



Ocorrências Manganíferas da Região de Júlio Borges, Sul do Estado do Piauí: Contexto Tectônico, Rochas Encaixantes e Mineralogia do Minério

Clayton Ricardo JANONI¹; André CAMPANELLI²; Diego Patric Castro de SOUZA³;
Fernando dos Anjos COTIAS⁴; Marcelo Rodrigues da ROCHA⁵

Resumo: Na região de Júlio Borges, no sul do estado do Piauí, há um grande número de ocorrências manganíferas associadas às rochas do Complexo Cristalândia do Piauí de idade arqueana/paleoproterozoica e àquelas do Orógeno Rio Preto, estruturado no Neoproterozoico. O objetivo deste trabalho corresponde ao mapeamento geológico em escala 1:25.000, com o propósito de estabelecer a configuração do quadro geológico e tectônico das rochas encaixantes, bem como a identificação das principais ocorrências manganíferas na região em foco. As unidades mapeadas expressam que as rochas ortognáissicas e supracrustais associadas do Complexo Cristalândia do Piauí encontram-se nas extremidades longitudinais da área, margeando a faixa delgada de rochas metassedimentares psamíticas do Grupo Rio Preto, além de coberturas sedimentares cenozoicas recobrando praticamente todas as unidades geológicas anteriores. As ocorrências manganíferas ocorrem tanto na forma de gonditos, com granada (tipo espessartita) associada ao Grupo Rio Preto, rodonita próximo à interface do Complexo Cristalândia do Piauí com o referido grupo, e concreções coluvionares sobrejacentes ao embasamento na forma de concentrações oxidadas de pirolusita predominantemente. O minério de manganês é formado por fases oxidadas de pirolusita e criptomelano, porém os silicatos de manganês, tais como rodonita e granada também são predominantes, e encontram-se (seccionados por veios de quartzo). Quanto à gênese, estas ocorrências parecem ter sido resultantes de processos hidrotermais com enriquecimento supergênico posterior aos eventos de metamorfismo neoproterozoico que afetaram a região.

Palavras-chave: Mineralizações de Manganês, Fases Mineraias do Minério, Rochas Encaixantes, Júlio Borges, Piauí.

¹ Núcleo de Geociências - CCET/UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia

² Curso de Geologia - CCET/UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia

³ Programa de Pós-Graduação em Geologia – Universidade Federal da Bahia

⁴ Geólogo Autônomo

⁵ Mineração Caraíba S/A

Autor para correspondência: Clayton Ricardo Janoni

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, 47.808-021 Barreiras-BA
Email: clayton.janoni@ufob.edu.br

Recebido durante o XXVI SGNE 2015 / Aceito em 20 de Maio de 2016.

Abstract: *In the region of Julio Borges, in the south of Piauí state, there are a lot of manganese occurrences that are associated with the rocks of the Cristalândia Piauí Complex (Archean / Paleoproterozoic) and of the Orogen Rio Preto, structured in the Neoproterozoic. The main aim of this work corresponds to a geological mapping in the scale 1:25.000, carried out in order to establish the configuration of the enclosing geological framework and to identify the main manganese occurrences in the Julio Borges region. Map produced shows the rocks of the Cristalândia of Piauí Complex occur at the longitudinal edges of the area, bordering the thin occurrence strip of the metasedimentary rocks of the named Rio Preto Group, and the Cenozoic sedimentary rocks that cover all of these previous lithologie. The manganese occurrences occur either as gondite such as spessartine type garnet associated with the rocks of the Rio Preto Group, rhodonite in the portion close to the contact between the rocks of the Cristalândia of Piauí Complex and those of the Rio Preto Group, and Mn-rich and oxidized concretions present in the colluviums overlying the manganese ore is formed of oxidized phases pirolusita and criptomelano but the manganese silicates are also prevalent and are crosscutted by quartz veins. Concerning their genesis, the Manganese occurrences appear to have been resulted of latelly enrichment processes in relation to the metamorphic events that affected the region.*

Keywords: *Mineralizations Manganese, Ore Mineral Phases, Host Rocks, Julio Borges, Piauí.*

1. INTRODUÇÃO

O estado do Piauí é apontado por especialistas das Geociências como a nova fronteira do minério brasileiro. Essa afirmação é confirmada com as estatísticas apresentadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) nos últimos anos, que evidenciam o Piauí como o segundo colocado da região Nordeste, e que está entre os dez maiores do país com incidência de mineralizações. Segundo dados do governo piauiense, atualmente existem em seu território em torno de 3,5 mil títulos concedidos para pesquisas dos mais diversos bens minerais, sendo que muitas destas reservas já foram confirmadas e dimensionadas pelo referido órgão.

Referente à economia mineral, a crescente demanda por aço e metais no mercado internacional vem fomentando, nos últimos anos, pesquisas de cunho geológico e metalogenético de bens minerais metálicos como afirma

Damasceno (2007). O aumento do interesse econômico pelo manganês como commodities reflete proporcionalmente na necessidade de se buscar novas áreas potenciais, ou retomar de forma bastante incisiva as pesquisas em localidades com potencial metalogenético já comprovado deste bem mineral. Esta realidade vem proporcionando a possibilidade dos depósitos encontrados ou já caracterizados, atrair investimentos da indústria da mineração.

Na porção sul do estado do Piauí, principalmente na região de Júlio Borges, há um significativo número de áreas requeridas para minerais metálicos, principalmente Fe e Mn, voltados para fins industriais (DNPM, 2015). O interesse mineral que se disseminou na região é um indício da necessidade de maior atenção às oportunidades de um possível investimento de sucesso.

O município de Júlio Borges localiza-se na porção extremo sul do estado do Piauí, no limite com a região noroeste do estado da Bahia (Figura 1). O acesso à sede do município, a partir de

Barreiras/BA, é percorrido pela BR-135, totalizando 287 km de distância, e a partir de Teresina, capital do estado, o acesso é realizado também pela BR-135, distando cerca de 827 km.

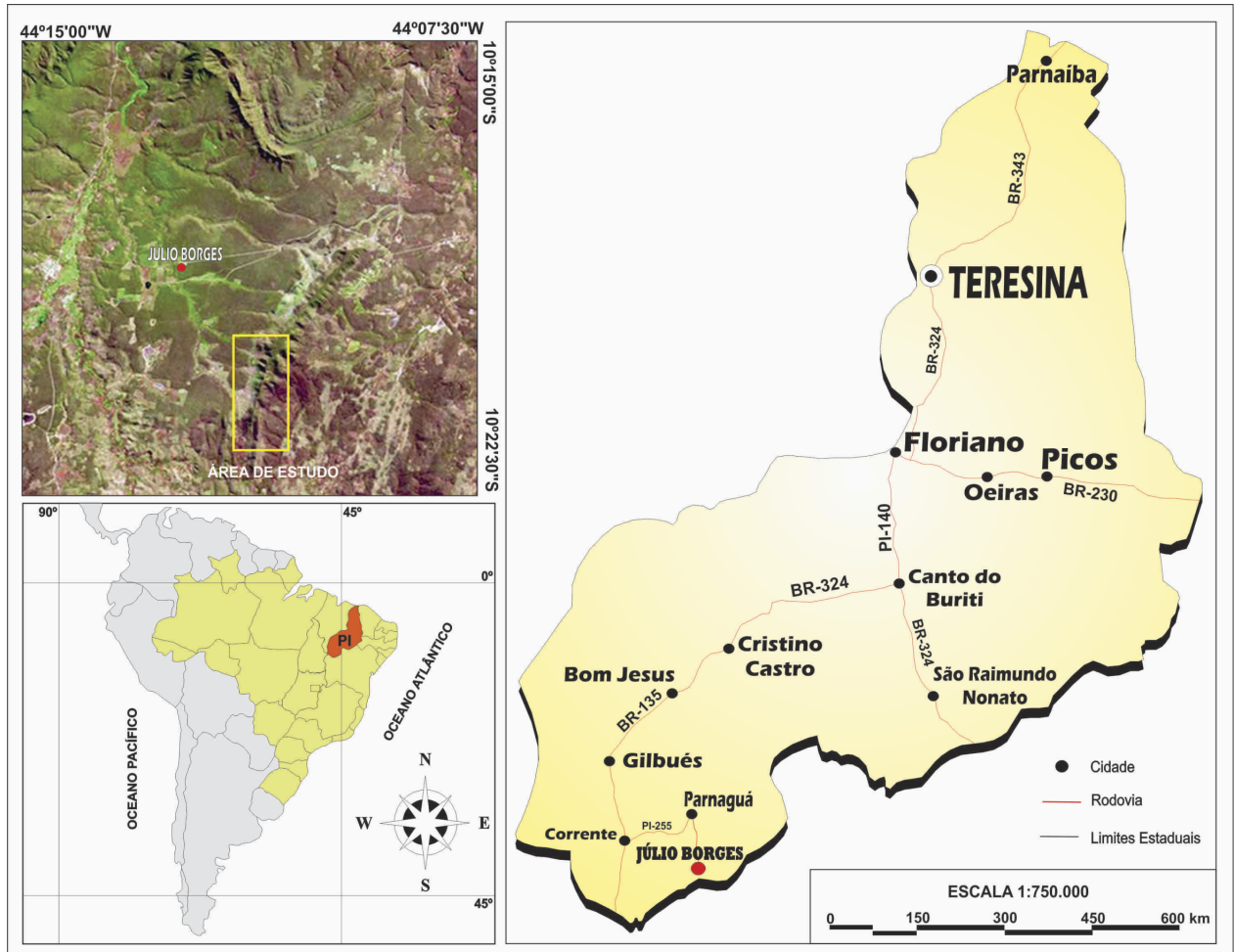


Figura 1 - Localização e acessos ao Município de Júlio Borges, no sul do Estado do Piauí, além de imagem de satélite (escala 1:500.000) situando a área mapeada neste trabalho. Adaptado de DNIT (2002) e Miranda et al. (2004).

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados do mapeamento geológico de detalhe, executado na escala 1:25.000, com o propósito de se estabelecer a configuração do quadro geológico e tectônico das rochas encaixantes e a identificação das principais ocorrências manganêsíferas da área, assim como de suas principais fases minerais portadoras do minério. Este trabalho também tem o propósito de elucidar os eventos tectônicos e

metamórficos que determinaram a compartimentação geológica da área em questão, apoiado em dados geológicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método de trabalho foi estabelecido em três etapas integradas e o desenvolvimento se enquadrou nos procedimentos descritos a seguir:

A primeira etapa consistiu em levantamento bibliográfico dos principais aspectos geológicos regionais da área em

questão. Foram consultados principalmente os trabalhos realizados por Arcanjo e Braz Filho (1999), referente à Folha Curimatá (escala 1:250.000), dentro da qual está a região de Júlio Borges. Em seguida foi elaborado o mapa fotogeológico da área, com o apoio dos dados vetoriais referentes à folha Curimatá, utilizando-se para isso o Software ArcGis® 9.3. Por fim, foram obtidas imagens de satélite do portal Google Earth, com o intuito de verificar os principais acessos e características geomorfológicas e geológicas da região.

Os trabalhos de campo foram realizados em uma única etapa com duração de 5 dias, que permitiu a obtenção de dados litológicos e estruturais, através da realização de perfis ortogonais ao longo do eixo principal das estruturas geológicas principais da área investigada. Durante os caminhamentos foram catalogadas as oito ocorrências manganésíferas expressivas na região, além da verificação dos locais com ocorrências já identificadas na região.

Foram coletadas oito amostras de rochas representativas das unidades mapeadas, e estas foram submetidas a estudos de difratometria de raios-X (DRX), para identificação das principais fases minerais manganésíferas apenas, além da realização de oito análises geoquímicas para determinar os teores de manganês e ferro exclusivamente, por meio da técnica de Espectrometria de Absorção Atômica (EAA).

O mapa geológico final foi elaborado utilizando o software ArcGis 9.3, em escala de semi-detulhe (1:25.000), onde constam as áreas das unidades geológicas mapeadas, bem como a localização das ocorrências minerais constatadas.

3. COMPARTIMENTAÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL

Em termos regionais, a região de Júlio Borges se enquadra na transição entre a área de ocorrência das rochas do Grupo Rio Preto e aquelas do Complexo Cristalândia do Piauí de acordo com Arcanjo e Braz Filho (1999) (Figura 2). A presença de ocorrências de Titânio e Manganês, na forma de rutilo e lateritas manganésíferas, respectivamente, estão posicionadas principalmente nas áreas referentes às rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto, em meio aos xistos, filitos e quartzitos.

No extremo noroeste e porção oriental da área aflora o embasamento gnáissico-migmatítico, representado pelo Complexo Cristalândia do Piauí, composto por pequenos terrenos arqueanos/paleoproterozoicos (Arcanjo & Braz Filho, 1994). É caracterizado por intercalações entre muscovita-biotita ortognaisses de composição granítica e anfíbolitos, ambos por vezes milonitizados, além da presença de rochas supracrustais, tais como filitos grafitosos, clorita-xistos.

As rochas deste embasamento apresentam idade de 2,1 Ga, com biotitas datadas em 540 Ma (K-Ar; Egydio-Silva, 1987), que representam o último evento metamórfico que atuante no Neoproterozoico. Idades-modelo Sm-Nd (Tdm) entre 2,8 e 2,6 Ga. Sugerem a importância de processos de formação de crosta neoarqueana como principal componente desse segmento crustal (Caxito, 2010), com impressão deformacional de um ciclo paleoproterozoico e retrabalhamento no Ciclo Orogenético Brasileiro.

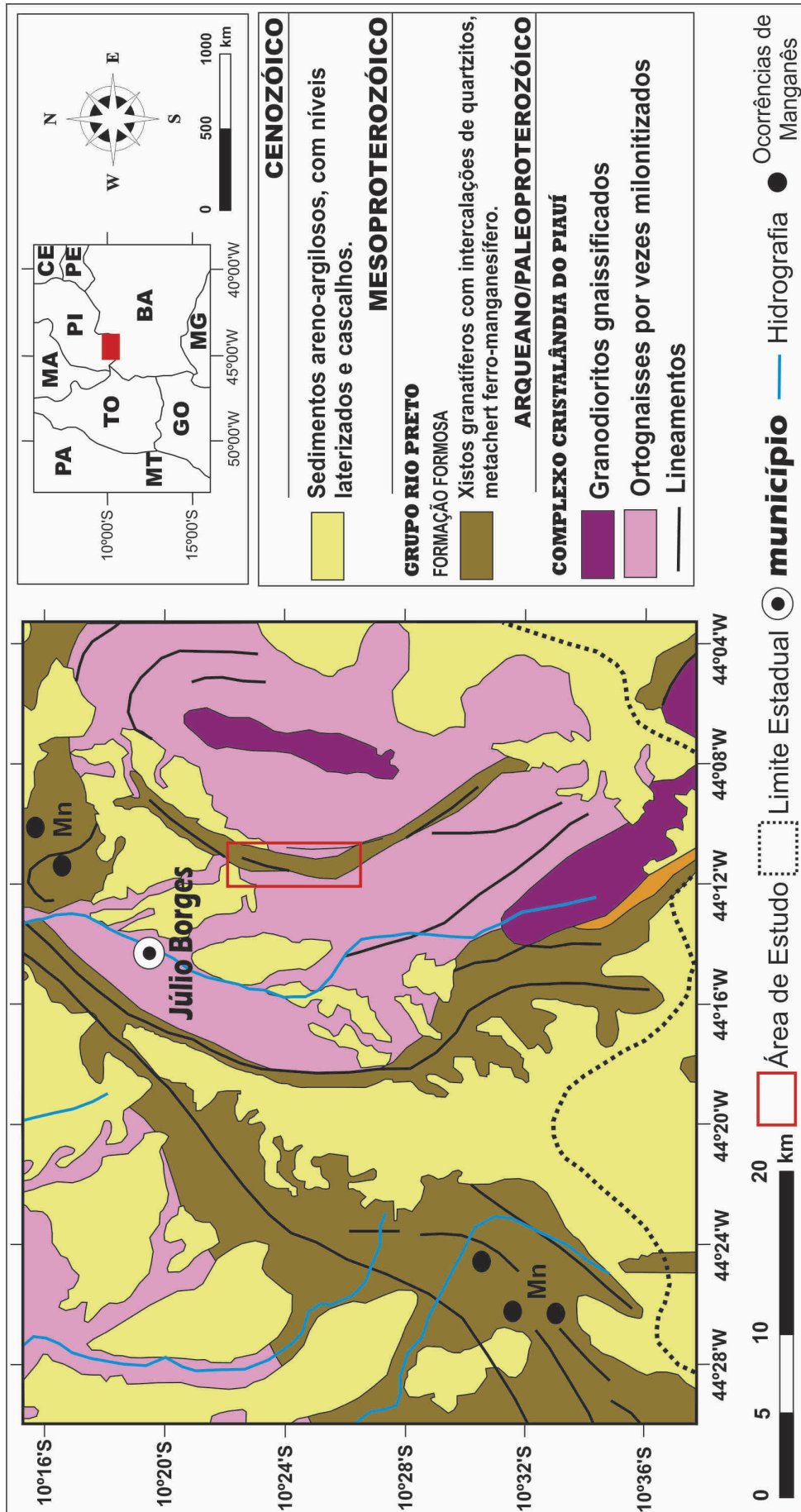


Figura 2 - Compartimentos geológicos da região de Júlio Borges na porção sul do estado do Piauí, com as respectivas unidades litostratigráficas existentes. Apresenta a situação da área de estudo mapeada neste trabalho, exibida em detalhe na Figura 5. Adaptado de Arcanjo e Braz Filho (1999).

O Complexo Cristalândia do Piauí representa o embasamento tectono-estratigráfico do Orógeno Rio Preto e apresenta também frequentes ocorrências de rochas metabásicas e metaultrabásicas. Rochas granitóides foliadas de composição tonalítica e granodiorítica do Paleoproterozoico, de idade entre 2.3 a 2.0 Ga, completam o quadro regional.

Sobrepondo a estas rochas do embasamento, de forma discordante, foram depositadas as rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto, durante o Mesoproterozoico (Arcanjo e Braz Filho, 1999). Como os principais representantes deste compartimento, ocorrem rochas como: quartzitos e xistos micáceos, filitos, ocorrências restritas de itabiritos e pequenos corpos de anfibolitos. A norte, as camadas do Grupo Rio Preto cavalga sobre as rochas do Complexo Cristalândia do Piauí, constituindo uma típica faixa de rochas metassedimentares (Egydio-Silva, 1987).

Em síntese, o Grupo Rio Preto aflora entre o Chapadão do Urucuia, a oeste, e a Planície do Rio São Francisco, a leste. Esta unidade é considerada como representando o preenchimento sedimentar da bacia precursora da faixa dobrada, sendo subdividido em duas formações: Canabrinha, a sul, e Formosa a norte (Caxito, 2010).

A Formação Canabrinha, não ocorre na área de estudo, porém representa a unidade de topo do Grupo Rio Preto, sendo composta por quartzito, metagrauvaca, metapelito, metarritmito areno-pelítico, metadiamicrito e, localmente metamarga. As camadas de metadiamicrito apresentam-se interestratificadas com quartzitos, que exibem por sua vez estratificação gradacional, e metapelitos. A Formação Formosa aflora desde o noroeste do Estado da Bahia até o extremo sul

do Estado do Piauí, sendo que é composta por granada xistos, com intercalações de quartzito, metarritmito areno-pelítico, metachert ferromanganêsífero, e localmente ocorrem filitos grafitosos e clorita-actinolita-epidoto xisto. As rochas do Grupo Rio Preto foram depositadas por fluxos sedimentares gravitacionais em uma bacia do tipo *rift*, cuja principal área-fonte é o Cráton do São Francisco, a cerca de 70 km a sul.

As formações superficiais cenozoicas que recobrem as demais unidades pré-existentes estão representadas pelas coberturas compostas por sedimentos detrítico-lateríticos, eluvio-coluvionares e eólicos (Bruni et al. 1974). Estes sedimentos são predominantemente areno-argilosos, com níveis lateritizados e cascalhos.

Os depósitos coluvionares, presentes na área, estão concentrados predominantemente na porção a sudoeste de Júlio Borges. São depósitos formados por areias, cascalhos e fragmentos de rochas predominantemente quartzíticas. Os depósitos aluvionares estão relacionados como às depressões dos cursos d'água do Rio Preto, e apresentam sedimentos de tálus, paleodunas e lençóis de areia, os quais compreendem as formações superficiais do Quaternário, completando o quadro litoestratigráfico regional.

4. UNIDADES MAPEADAS NA REGIÃO DE JÚLIO BORGES

O mapeamento das unidades geológicas descritas a seguir, foi executado com levantamento de seções longitudinais em relação à estruturação da área de estudo. Os caminhamentos executados nas atividades de campo, permitiram uma cobertura do terreno suficiente para coleta de dados litoestruturais representativos, bem como a descrição das ocorrências

manganêsíferas presentes na área.

4.1 Complexo Cristalândia do Piauí

Esta unidade constitui o embasamento cristalino, e engloba uma associação de ortognaisses bandados de composição tonalítica a granodiorítica (Figura 3A), bastante foliados frente às deformações superimpostas (Figura 3B). Apresentam lentes de rochas metaultrabásicas (anfíbolitos) intercaladas (Figura 3C), sendo que estas últimas ocorrem localmente, restritas à porção oeste da área.

Nos ortognaisses, as bandas

máficas são compostas predominantemente por plagioclásio, quartzo, hornblenda e biotita, além de titanita e magnetita como minerais acessórios, já as bandas felsicas apresentam quartzo, plagioclásio, k-feldspato, hornblenda e biotita. Estes litotipos apresentam estrutura gnáissica com texturas granoblástica a granolepidoblásticas. Os anfíbolitos apresentam coloração verde escura e bandamentos bastante proeminentes nas áreas de ocorrências (Fig. 3D), trazem na composição anfíbólio e plagioclásio, com estrutura foliada e textura granoblástica.

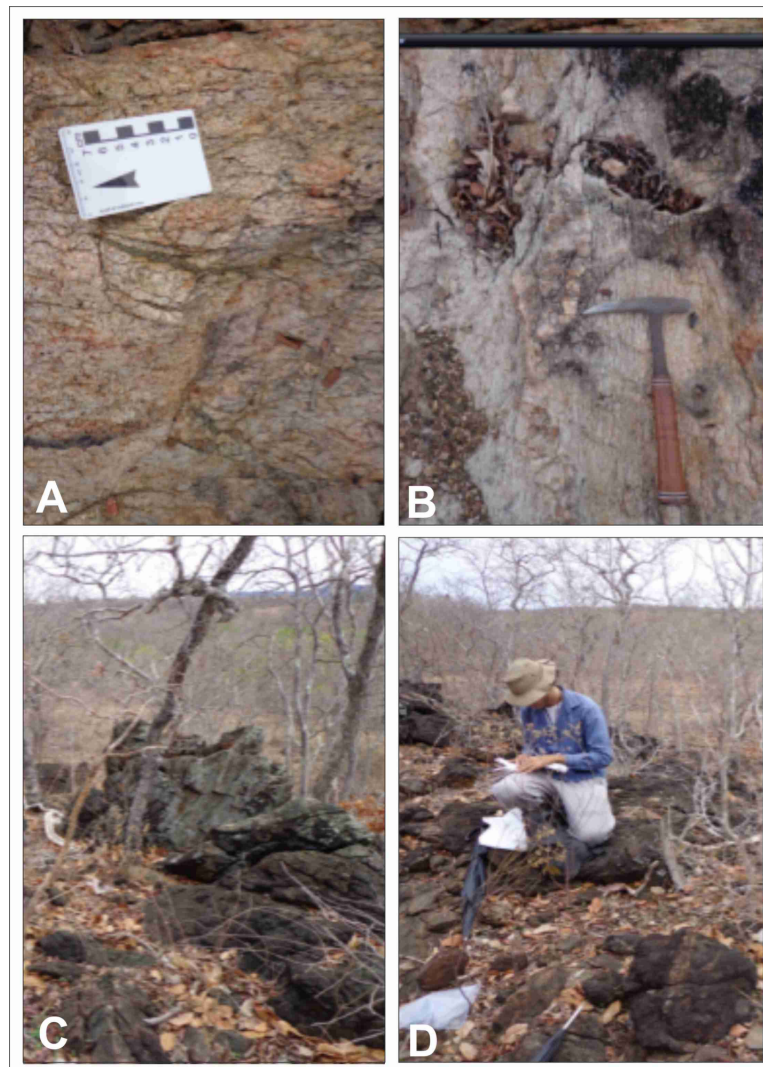


Figura 3 - Litotipos predominantes do Complexo Cristalândia do Piauí, sendo: (A) Aspecto geral dos ortognaisses de composição tonalítica, por vezes milonitizados; (B) Feições típicas da foliação desenvolvida pela intensa deformação; (C) Aspecto geral dos afloramentos contendo blocos de anfíbolitos, que ocorrem intercalados com gnaisses; (D) Anfíbolitos de coloração esverdeada escura com bandamento pronunciado.

4.2 Grupo Rio Preto

Esta unidade é composta por uma sequência de granada xistos (Figura 4A), por vezes apresentando incipiente bandamento composicional, com frequentes lentes de filitos grafitosos além de uma espessa camada de quartzitos impuros subordinados (Figura 4B). Os xistos são compostos por quartzo, muscovita e granada, apresentam estrutura xistosa e textura granolepidoblástica. Os quartzitos trazem

na composição quartzo, muscovita e sericita subordinadamente. Ocorrem estruturas foliadas e texturas nematogranoblásticas (Figura 4C).

Sua distribuição na área é controlada por uma faixa de cerca de 1 km de largura com direção aproximada N-S, apresentando xistos nas bordas, em contato com o embasamento, formando uma expressão topográfica elevada de direção N/S que corta toda a área (Figura 4D).

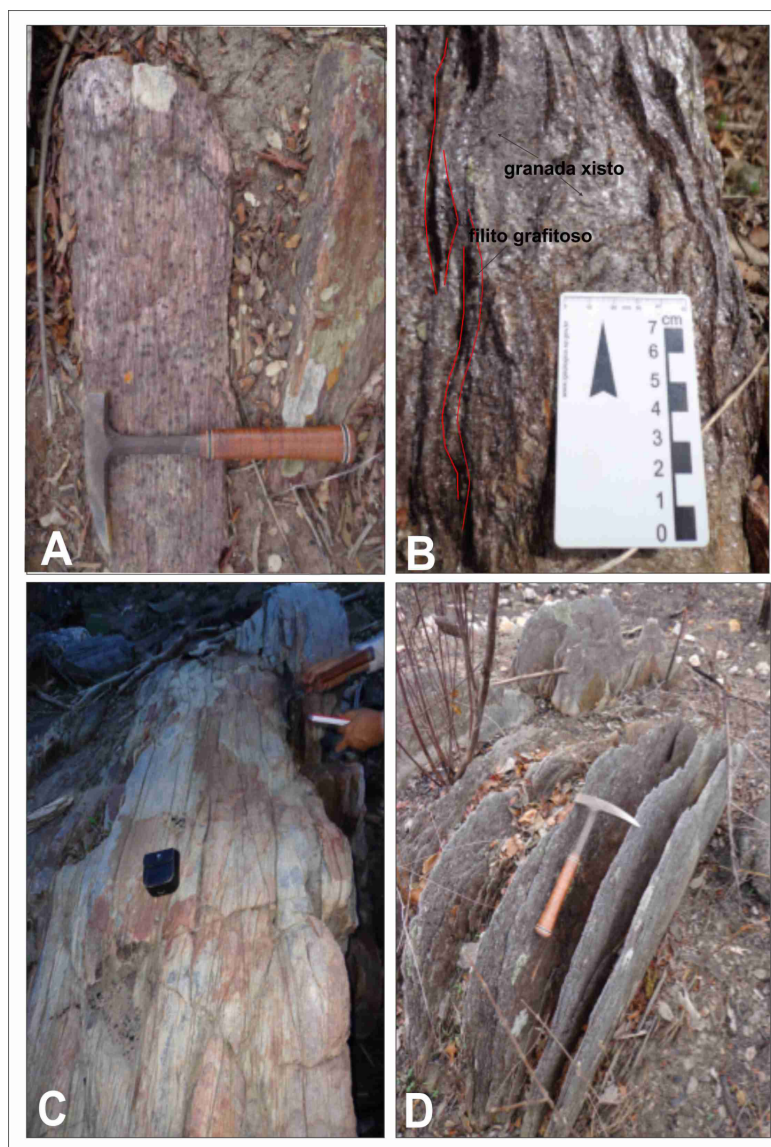


Figura 4 - Litotipos predominantes do Grupo Rio Preto, sendo: (A) Xistos apresentando bandamento composicional, com abundância relativa de granada; (B) Xistos exibindo foliação crenulada, possuindo delgadas porções de filitos grafitosos; (C) Quartzitos intensamente fraturado, com a proeminente foliação acompanhando a direção N-S preferencial das estruturas do Orógeno Rio Preto.; (D) Placas de quartzitos verticalizadas evidenciando justificando a intensidade dos empurrões sofridos por esta estrutura orogênica.

Através da integração dos dados de campo referente ao mapeamento geológico na região de Júlio Borges/PI, em síntese ocorrem rochas arqueanas /paleoproterozóicas do Complexo Cristalândia do Piauí em contato com as rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto, especificamente a Formação Formosa (Figura 5).

5. AMBIENTE TECTÔNICO E ASPECTOS ESTRUTURAIS DA ÁREA DAS OCORRÊNCIAS MANGANÊSÍFERAS DE JÚLIO BORGES

Quanto à compartimentação tectônica, a área está relacionada ao Orógeno Rio Preto, envolvendo as rochas metassedimentares do grupo homônimo e aos terrenos arqueanos, referente ao Complexo Cristalândia do Piauí (Egydio-Silva, 1987).

Referente às rochas do embasamento cristalino, estas encontram-se nas extremidades longitudinais da área, bordejando a faixa delgada de rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto. As rochas deste compartimento apresentam foliação S_n de direção predominante 210/45NW, marcada principalmente pela orientação dos minerais de hábito placoso e o estiramento de cristais de quartzo e plagioclásio. Apresentam, por vezes segregação mineral de minerais máficos e formação de bandas composicionais com alternância de bandas quartzo-plagioclásio e outras de biotita e hornblenda, constituindo os gnaisses da área.

As rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto encontram-se em uma faixa de orientação NNE-SSW com atitude de 202/71NW. A foliação S_n é marcada pela orientação dos minerais de hábito placoso nos xistos e nos quartzitos, com estiramento dos grãos de quartzo neste último, sendo que esta estrutura

plana constitui tipicamente placas delgadas.

Nos xistos, foi verificada com grande frequência, a existência de clivagem de crenulação (S_{n+1}) de direção 100/75NE predominantemente afetando a foliação principal (S_n). Esta foliação não se encontra registrada nos quartzitos, possivelmente em função da relativa maior competência desta rocha. Contudo, apresentam uma direção aproximadamente ortogonal à foliação S_n , podendo estar relacionada a um processo de deformação progressiva, ou a uma segunda fase deformacional, dentro de um mesmo ciclo orogênico (Figura 6).

O modelo de evolução tectônica destes terrenos do embasamento cristalino está relacionado a acreções crustais ocorridas durante o arqueano/paleoproterozoico, com possível desenvolvimento de rochas de arcos de ilhas cujos fragmentos foram preservados, como intercalações de rochas básicas e ultrabásicas (Arcanjo & Braz Filho, 1994). Durante a tafrogênese de idade estateriana, processos de rupturas crustais resultaram na separação do bloco Cristalândia do Piauí em relação ao Cráton do São Francisco, gerando a abertura da bacia Rio Preto, onde se depositaram os sedimentos referentes ao Grupo Rio Preto (Egydio-Silva, 1987).

A partir das observações de campo, tais como, relações de contato entre unidades de idades distintas e elementos estruturais, foi possível interpretar esta área, como uma bacia restrita depositada sobre o embasamento cristalino, tendo sido posteriormente fechada. Quanto ao metamorfismo, suas rochas metassedimentares sofreram condições que atingiram fácies xisto-verde pelas paragênese minerais presentes, durante o Ciclo Brasileiro, em torno de 580 Ma.

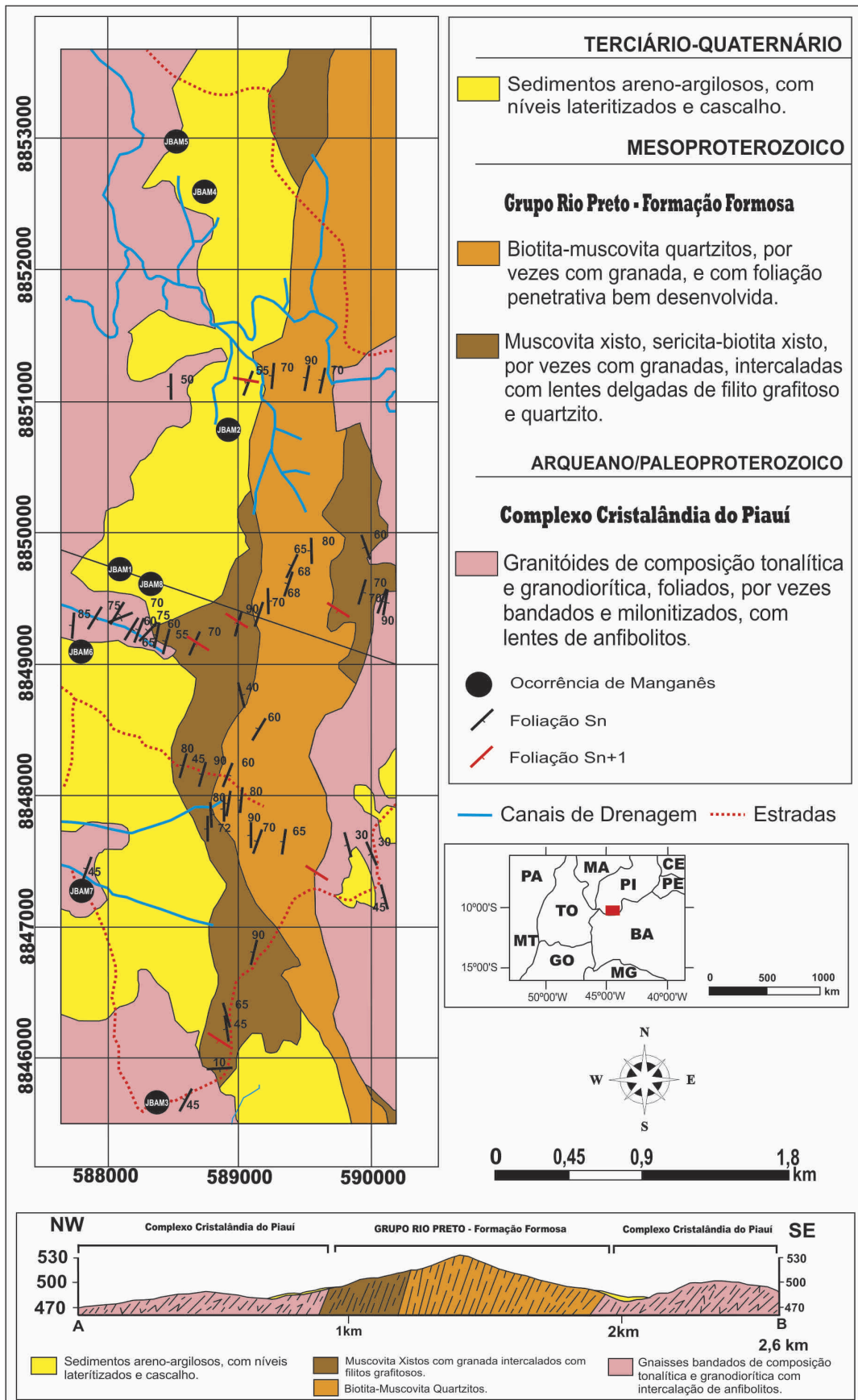


Figura 5 - Mapa Geológico da área estudada, mostrando também a localização das ocorrências manganésíferas da região de Júlio Borges (sede municipal situada à cerca de 7 km a noroeste da área da figura), no Estado do Piauí.

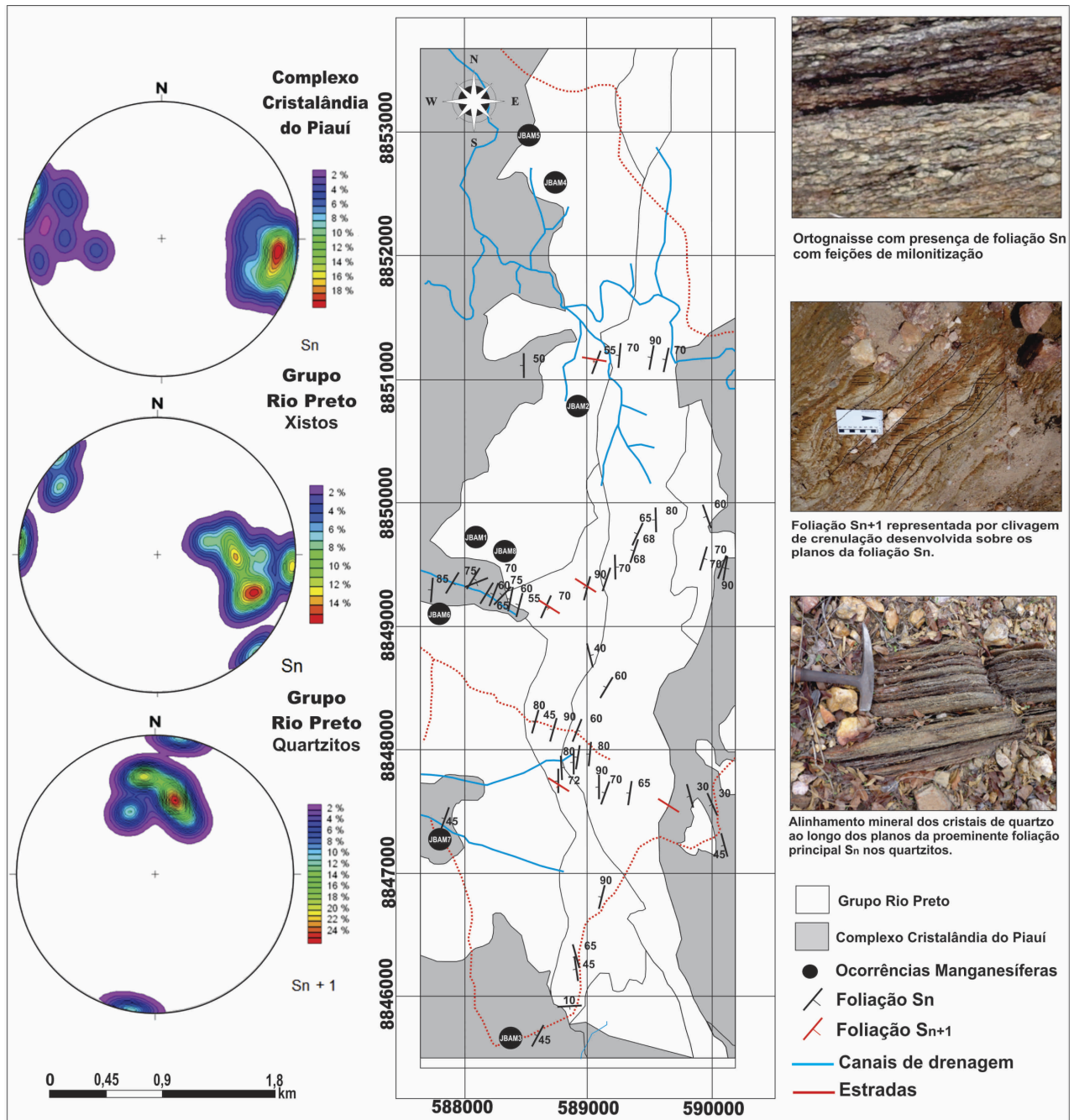


Figura 6 - Dados estruturais mostrando a atitude das foliações S_n e S_{n+1} em mapa e estereogramas, obtidos nos afloramentos das rochas do Complexo Cristalândia do Piauí, e nos Xistos e Quartzitos do Grupo Rio Preto. Contém fotografias igualmente com feições principais de cada um destes litotipos, além das ocorrências manganêsíferas na região de Júlio Borges, Estado do Piauí.

6. OCORRÊNCIAS MANGANESÍFERAS DA REGIÃO DE JÚLIO BORGES

Considerando-se os vários depósitos conhecidos mundialmente, dentre eles os que similarizam com as mineralizações em tela, tem destaque o de Um Bogma no Egito (Khalifa e Seif,

2014), Serra do Navio/Amapá no Brasil (Chisonga et al. 2012) associados às sequências metavulcanossedimentares paleoproterozoicas, e de Azul em Carajás (Costa et al., 2005).

As mineralizações manganíferas podem ocorrer sobre a forma de óxidos, silicatos, carbonatos e sulfetos. São conhecidas inúmeras espécies minerais contendo manganês, no qual se destacam os óxidos mais comuns como pirolusita (MnO_2), romanechita ($(\text{BaKCaSr})(\text{Mn}_4\text{TiFe}_3)_8\text{O}_{16}$), criptomelana ($\text{KMn}_8\text{O}_{16}$) e psilomelana ($\text{mMnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Quanto à sua classificação, os depósitos de manganês podem ser classificados em hospedados em: (i) rochas vulcânicas, (ii) rochas sedimentares, (iii) rochas carbonáticas. São ainda conhecidos os de metamorfismo e aqueles de enriquecimento supergênico (Roy, 1997).

Na região e adjacências as ocorrências de manganês estão associadas principalmente ao Grupo Rio Preto. Dentre os trabalhos anteriores, cabe destaque para Barbosa (1982), que atribuiu caráter supergênico para estas mineralizações, onde estes processos atuaram sobre os protominérios do tipo gonditos. Este autor ainda ressalta que a formação destes minérios ocorreu associado aos episódios representados pelos ciclos climáticos Velhas (Plioceno) e/ou Paraguaçu (Pleistoceno), ou episódios climáticos mais recentes.

Do ponto de vista das fases minerais portadoras de manganês, foram identificadas na área, granada (do tipo espessartita: $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$), associado aos litotipos da Formação Formosa, e rodonita ($(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca}) \text{SiO}_3$), próximo à interface do embasamento com lentes de rochas anfíbolíticas.

As ocorrências manganíferas ocorrem na forma de protominérios, tais como xistos com granada (espessartita) (Figura 7A), e cristais bastante desenvolvidos e alongados de rodonita (Figura 7B). O minério de manganês ocorrem na forma de blocos

cortados por veios de quartzo nas rampas de colúvio (Figura 7C), e associado à lateritas ferruginosas (Figura 7D).

Na área de estudo, as ocorrências são, em primeira instância, consideradas como sendo formadas por fases oxidadas, mas silicatos de manganês também estão associados. As ocorrências manganíferas estudadas apresentam morfologias na forma de concreções botrioidais e características próprias, onde foi possível identificar, através das técnicas de Difractometria de Raios-X (DRX), as fases mineralógicas presentes. A tipologia predominante é a de coloração cinza escuro intensa, composta de óxidos de manganês mistos, como pirolusita (MnO_2) e todorokita ($\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}, \text{Mn}^{2+}$) ($\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (Figura 8).

Quanto à gênese, estas ocorrências parecem ter sido resultado, primeiramente, de enriquecimento causado pelos eventos de metamorfismo que afetaram a região. Os eventos de deformação que atuaram conjuntamente, principalmente aquela de caráter rúptil, parecerem ter promovido um padrão de faturamento expressivo, que pode ter servido de condutos canalizadores de soluções do ambiente supergênico que podem ter promovido o posterior enriquecimento. Pela forma de ocorrência, as mineralizações manganíferas parecem estar associados às rampas de colúvio. Estas por sua vez são, sobrejacentes ao embasamento, e compostas por blocos e matacões, fruto da erosão que arrasou principalmente os xistos e outras rochas metassedimentares que compõem a Formação Formosa. Na área também foi constatada a presença de lateritas ferruginosas em algumas porções, o que reforça ainda mais a evidência da ação de processos supergênicos que afetaram a região.

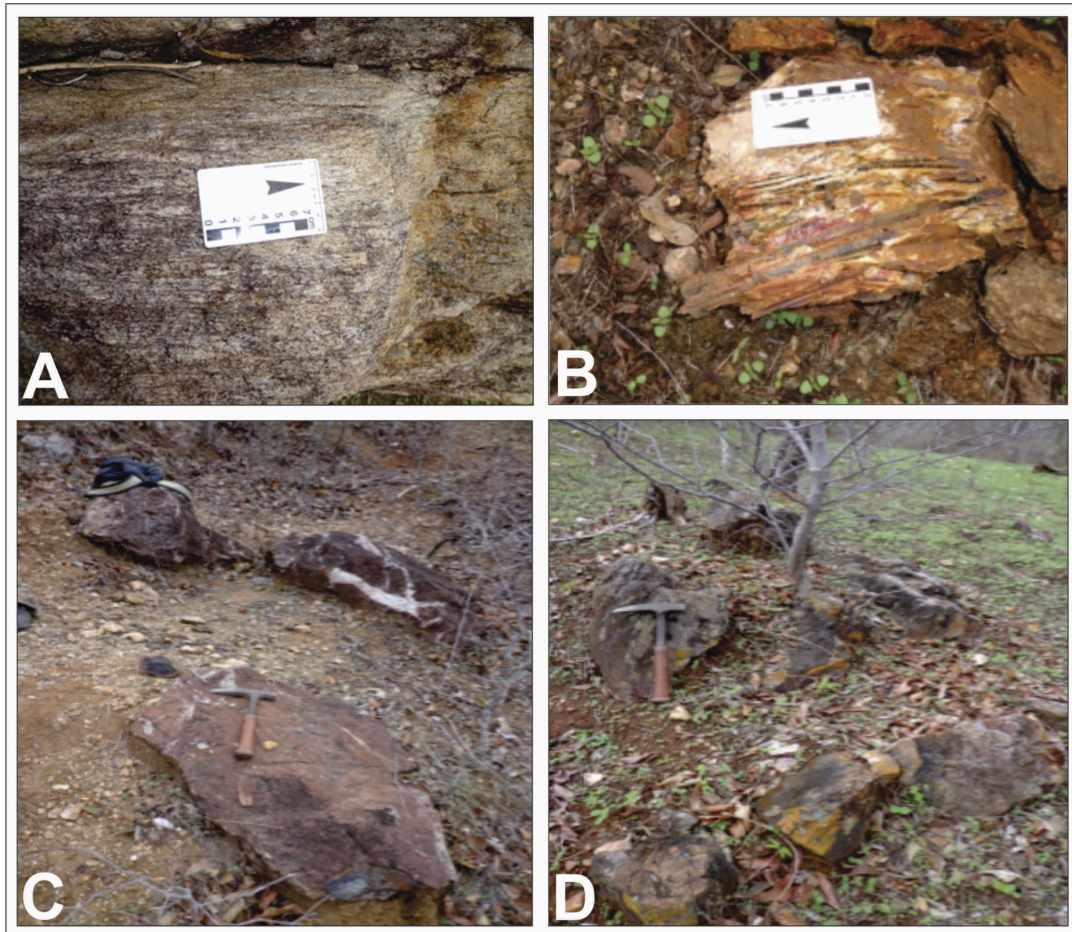


Figura 7 - Aspectos gerais das ocorrências manganésíferas presentes na região de Júlio Borges, sendo: (A) Xistos com granada do tipo espessartita (protominério) na Formação Formosa; (B) Presença de rondonita próximo a interface do embasamento com intercalações de rochas anfíbolíticas; (C) Blocos de minério de manganês cortados por veios de quartzo e que ocorrem associados às rampas de colúvio; (D) Lateritas ferruginosas, que ocorrem em algumas porções da área, e que evidenciam a atuação de processos supergênicos.

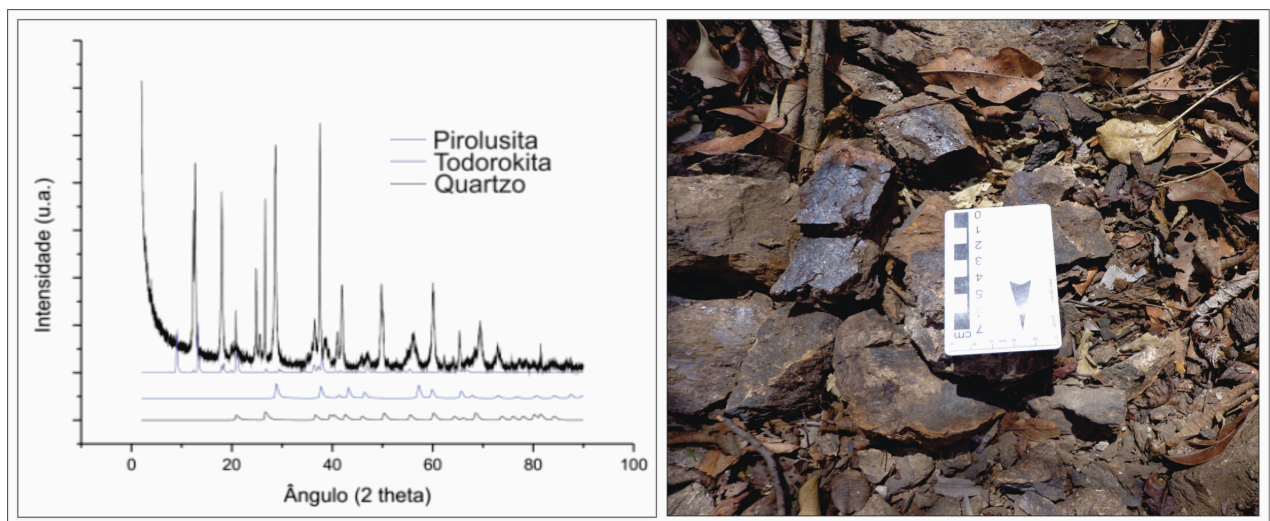


Figura 8 - Difratoograma de Raios-X obtido em amostra de minério de manganês das coberturas colúvio-eluvionares, indicando as fases mineralógicas presentes e portanto tipologia predominante desse minério existente na região de Júlio Borges.

A Tabela 1 expressa os teores de manganês e ferro analisados em 8 amostras do minério manganésífero da área estudada, realizadas afim de se estabelecer algumas relações fundamentais, porém de caráter exordial.

No trabalho realizado por Souza (2013) na região de Barreiras a cerca de 150 km da área estudada aqui, acredita-se que os valores elevados de manganês se devem à atuação de processo

supergênico que podem ter concentrado ainda mais este elemento de forma residual. Provavelmente na região de Júlio Borges, as concentrações de Fe e Mn também se devem à atuação dos processos supergênicos, que além de favorecer o enriquecimento de manganês, e e provavelmente também de metais raros, como tálio, cobalto e escândio (Janoni et al., 2012) comparado a outras áreas investigadas no oeste da Bahia (Janoni et al., 2013 e Bonfim, 2015).

Tabela 1 - Teores de Manganês (Mn) e Ferro (Fe) das ocorrências manganésíferas estudadas na região de Júlio Borges, Estado do Piauí. Análises realizadas através da técnica de Fluorescência de Raios-X (FRX).

AMOSTRA	MANGANÊS	FERRO
JBAM1	33,51	>10
JBAM2	30,11	12,12
JBAM3	0,07 (encaixantes)	0,38 (encaixantes)
JBAM4	40,11	15,55
JBAM5	1,13 (encaixantes)	0,15 (encaixantes)
JBAM6	39,00	>10
JBAM7	0,88 (encaixantes)	1,15 (encaixantes)
JBAM8	32,32	21,55

7. RELAÇÕES TECTÔNICAS

Em termos evolutivos é possível se argumentar que na área de estudo, o embasamento arqueano é representado pelo Complexo Cristalândia do Piauí, que corresponde a terrenos cratônicos de composição TTG, intercalado com níveis de rochas anfíbolíticas. O modelo de evolução tectônica destes terrenos está relacionado às acreções crustais ocorridas durante o Arqueano/Paleoproterozoico, com possível desenvolvimento de rochas de ambiente de arcos de ilhas intercaladas com rochas básicas/ultra-básicas.

Durante a tafrogênese estateriana, processos de rupturas crustais resultaram

na separação do bloco Cristalândia do Piauí, do Cráton do São Francisco, gerando a abertura e deposição dos sedimentos da bacia Rio Preto. As rochas do Grupo Rio Preto foram depositadas por fluxos sedimentares gravitacionais em uma bacia do tipo rift, cuja principal área-fonte é o Cráton do São Francisco (Caxito, 2010).

Na região do Júlio Borges, o Grupo Rio Preto é representado pela Formação Formosa, composta por granada xistos intercalados com filitos grafitosos, que ocorrem nas porções externas em contato com o Complexo Cristalândia do Piauí, e também por quartzitos da Formação

Formosa, na porção central da área estudada.

Na Bacia Rio Preto ocorreu, durante o Meso e o Neoproterozoico, a deposição de sedimentos siliciclásticos, que arquetam o Orógeno Rio Preto, parece ter sido a receptora do influxo metálico (Mn e Fe). Também é evidente que processos posteriores àqueles relacionados à diagênese e ao posterior metamorfismo, promoveram remobilização e migração vertical de soluções através de zonas de cisalhamento principalmente.

Por fim, predominou a ação de processos supergênicos, sendo as fraturas prováveis condutos que serviram à circulação de fluidos de tais processos, que devido à insolubilidade do manganês e oscilações do nível freático, culminou por concentrar o manganês na forma de concreções lateríticas, e gerando minério nas coberturas cenozoicas inconsolidadas.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste trabalho, foi possível delimitar as unidades geológicas, a distribuição espacial e as relações de contato dos principais litotipos da área, no âmbito da execução de um mapeamento de escala 1:25.000. Com as observações de campo e o tratamento dos dados, pode-se concluir que os principais litotipos referentes à área em tela são representadas por gnaisses e granitóides foliados (Complexo Cristalândia do Piauí, de idade arqueana/paleoproterozoica), e pelas rochas metassedimentares da Formação Formosa (Grupo Rio Preto), constituída predominantemente por granada xistos e quartzitos impuros.

Quanto às ocorrências manganésíferas, os perfis percorridos evidenciaram um caráter principalmente coluvionar para as mineralizações, onde

as mesmas apresentam um comportamento semelhante à brecha de tálus. Entretanto há ainda a necessidade de novos estudos prospectivos de investigação em sub-superfície, como aqueles que podem ser executados através de poços rasos e/ou profundos, nas proximidades das ocorrências, para se determinar a continuidade dos corpos mineralizados e se fazer a verificação da viabilidade de investimentos futuros.

Em trabalhos futuros recomenda-se a investigação geoquímica direcionada especificamente para os Elementos Terras Raras (ETR) leves, por se tratar de uma mineralização cujos processos atuantes se desenvolveram na superfície terrestre, indicando e reforçando as fontes naturais concentradoras dos metais envolvidos.

O intuito de execução deste estudo foi o de contribuir de forma significativa no entendimento das ocorrências manganésíferas, na forma de definição da mineralogia do minério e das relações geológicas do material encaixante destas ocorrências, e assim lançar possíveis questionamentos prévios quanto ao quadro genético de formação destas ocorrências. Enfim as regiões oeste/noroeste da Bahia e sul do Piauí carecem de estudos mais acurados, porém fica evidenciado com este trabalho, o significativo potencial econômico para manganês, no quadro metalogenético do país.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCANJO, J. B. A.; BRAZ FILHO, P. A. (1994) - O mapeamento geológico das folhas Curimatá/Corrente – uma abordagem sobre os principais aspectos estruturais, estratigráficos e geomorfológicos. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Balneário Camboriú, Boletim de Resumos Expandidos: 106-107.

- ARCANJO, J. B. A.; BRAZ FILHO, P. A. (1999) – CPRM (Serviço Geológico do Brasil). Projeto Curimatá. Mapeamento Geológico 1:250.000, Folhas SC.23- Z-A (Curimatá), SC.23- Y-B (Corrente) e SC.23- Z-B (Xique-Xique), 185 p-anexos.
- BARBOSA, J. S. F. (1982) - O manganês do oeste da Bahia. Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 129 p.
- BONFIM, D. B. (2014) - Avaliação geometalogenética e dos Impactos Ambientais associadas às mineralizações manganésíferas supergênicas enriquecidas em Metais Raros (Tálio) Na Mina Perdizes-Distrito De Estiva - São Desiderio/Oeste Da Bahia. 2014. Monografia. (Graduação em Geologia) Universidade Federal Do Oeste Da Bahia.
- BRUNI, M. A. L. et al. (1974) -Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folha Rio São Francisco (SC.23). Brasília: DNPM, 56 p.
- CAXITO, F. A. (2010) - Evolução Tectônica da Faixa Rio Preto, Noroeste Da Bahia / Sul do Piauí. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, 142 p.
- CHISONGA, B.C.; GUTZMER, A. C.; BEUKES N.J.; HUIZENGA, J. M. (2012) - Nature and origin of the protolith succession to the Paleoproterozoic Serra do Navio manganese deposit, Amapá Province, Brazil. *Ore Geology Reviews* 47 (2012) 59–76.
- COSTA, M. L da; FERNANDES, O. J. C.; REQUELMÉ, M. E. R. (2005) - O depósito de manganês do Azul, Carajás: Estratigrafia, Mineralogia, Geoquímica e Evolução Geológica. In: Caracterização de Depósitos Minerais em distritos mineiros da Amazônia. Brasília: DNPM-CT/MINERAL-ADIMB, 2005.
- DAMASCENO, E. C. (2007) - Disponibilidade, suprimento e demanda de minérios para metalurgia. Série Estudos e Documentos, 69. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 145p. it.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário Mineral <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/manganes-sumario-mineral-2014/view>.
- DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). 2002. Mapa Rodoviário da Bahia. Brasília. 4 p.
- EGYDIO-SILVA, M. (1987) O sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton São Francisco. Tese de doutorado, IGC-Universidade de São Paulo, São Paulo, 95 p.
- JANONI, C. R. et al. (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, Santos/SP.
- JANONI, C. R. et al. A Província Manganésífera Sanfranciscana no Oeste da Bahia - Associação Geológica e Metalogenética exclusiva do Manganês-Cobalto-Tálio no Brasil. In: III Simpósio Brasileiro de Metalogenia, 2013, Gramado/RS.
- KHALIFA, I. H.; SEIF. R. A. Geochemistry of Manganese- Iron Ores at on Bogma Area, West Central Sinai, Egypt. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research Issue 4 Vol 6, Nov. – Dec. 2014 Available online on <http://www.rspublication.com/ijst/index.html> ISSN 2249-9954*
- MIRANDA, E. E.; COUTINHO, A. C. (Coords). (2004) Brasil Visto do Espaço. Embrapa Monitoramento por Satélite <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>
- ROY, S. (1997) - Genetic diversity of manganese deposition in the terrestrial geological record. Department of Geological Sciences, Jadavpur University, Calcutta – 700 87 032, India – Geological Society, London, Special Publications, p 5-27.
- SOUZA, D. P. C. (2013) - Quadro geológico encaixante e implicações genéticas do minério manganésífero portador de metais raros no Vau da Boa Esperança, Região de Barreiras/BA. (Monografia) – Curso de Geologia, Universidade Federal da Bahia (Campus de Barreiras). 113 p.