



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 9, nº 1 (2023)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2023v9n1ID28165>



## Depósitos Cromitíferos do Vale Jacurici: Uma Revisão Bibliográfica

### *Chromitiferous Deposits of the Jacurici Valley: A Bibliographic Review*

Iago Silva Rebouças<sup>1</sup>; Sérgio Roberto Bace lar Hühn<sup>2</sup>; Joyce Shantala Fernandes de Oliveira Sousa<sup>3</sup>; Cláudio Ângelo da Silva Neto<sup>4</sup>; Mateus de Paula Miranda<sup>5</sup>; Antonio Daniel da Silva Silveira<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará-UFC, Centro de Ciências/Geologia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: iago.reboucas@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2294-016X>

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará-UFC, Centro de Ciências/Geologia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: sergio.bacelar@ufc.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7711-1612>

<sup>3</sup> Universidade Federal do Ceará-UFC, Centro de Ciências/Geologia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: joyceshantala@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7833-2748>

<sup>4</sup> Universidade Federal do Ceará-UFC, Centro de Ciências/Geologia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: claudioasn@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6749-9438>

<sup>5</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Campinas UNICAMP, Campinas/SP, Brasil. Email: m264744@dac.unicamp.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5131-2109>

<sup>6</sup> Universidade Federal do Ceará-UFC, Centro de Ciências/Geologia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: danielsilver273@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8213-777X>

**Resumo:** Por muitos anos, a cromita foi bastante utilizada na indústria como componente para produção de pigmentos para tintas. Os principais depósitos minerais de cromita são encontrados na África do Sul, Cazaquistão e Índia (90% das reservas). O Brasil detém 0,13% das reservas mundiais de depósito de cromo. Os maiores exemplares em território nacional são encontrados no complexo máfico-ultramáfico do Vale do Jacurici-BA. Embora exista alguns trabalhos com finalidade da caracterização geológica do Vale do Jacurici e do segmento Ipueira-Medrado, é identificado uma baixa produção científica em outros ramos das geociências. O objetivo do trabalho é o desenvolvimento da primeira revisão bibliográfica sistemática dos depósitos cromitíferos nestas regiões. Este trabalho promoverá uma base de informações que contribuirão com o direcionamento de futuras linhas pesquisas na área. As pesquisas bibliográficas foram desenvolvidas de modo sistemático, onde os trabalhos usados como base foram obtidas na plataforma digital Google Acadêmico: 24 artigos aplicáveis à temática em questão, 03 livros, 03 relatórios e um resumo expandido. O desenvolvimento de pesquisas focadas em ramos mais específicos em geociências, auxiliariam na caracterização mais ampla em torno do minério de cromo da região. Sendo assim existem estudos ainda não explorados que abrirão novos horizontes para a pesquisa mineral.

**Palavras-chave:** Depósitos de Cromita; Minas de Ipueira-Medrado; Máfico-Ultramáfico.

**Abstract:** Chromite was widely employed in the industry for many years as a component in manufacturing paint pigments. The world's most significant chromite ore resources are in South Africa, Kazakhstan, and India (90% of the reserves). Brazil is home to 0.13 percent of the world's chromium deposit reserves. The Jacurici Valley-BA national mafic-ultramafic complex possesses the most specimens in the territory. Although some works aimed at characterizing the geological existence of Jacurici Valley and the Ipueira-Medrado segment, a low scientific production is identified in other branches of geosciences. This work aims to develop the first systematic literature review of chromitic deposits in these regions. This work will promote an information base that will contribute to the direction of future research lines in the area. The bibliographic research was carried out systematically. We used the following works as a foundation: 24 articles relevant to the topic, 03 books, 03 reports, and an expanded abstract obtained from the Google Scholar digital platform. Expanding geoscience study focusing on more specialized fields would aid in the broader characterization of the region's chromium ore. As a result, fresh investigations are continually being conducted that will expand the scope of the mineral study.

**Keywords:** Chromitite Deposits; Mines of Ipueira-Medrado; Mafic-Ultramafic.

Recebido: 26/02/2022; Aceito: 17/04/2022; Publicado: 01/03/2023.

## 1. Introdução

A indústria mineral, tanto metálica quanto não metálica, há muito tempo desempenha um papel essencial na economia nacional (DALLA COSTA *et al.*, 2017). À medida que o setor metalúrgico evoluiu durante o século XX, a cromita e outros minerais tornaram-se *commodities* essenciais, principalmente na produção de aço inoxidável (MALIOTIS, 1999). As ligas metálicas é a aplicação mais comum para o cromo, amplamente utilizado na fabricação de produtos do dia a dia. Nesse contexto, o complexo do Vale do Jacurici, na Bahia, possui as maiores reservas de cromita do mundo. Embora existam estudos nesta área sobre a mineralização do cromo com foco nas propriedades do depósito, não há estudos complementares que visem a sintonização de conceitos sobre os depósitos para dar suporte na caracterização e que proporcione um guia para novas linhas de pesquisa.

A cromita ( $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) é um dos minerais que produz o minério de cromo, o quinto elemento metálico mais utilizado na indústria depois do ferro, manganês, alumínio e cobre (SAMPAIO *et al.*, 2005). É um dos minerais industriais mais importantes do mundo em aplicações metálicas e não metálicas. É amplamente utilizado na metalurgia (80% do uso global), refratários (1%) e na indústria química (8%) (ALMEIDA *et al.*, 2017; SAMPAIO *et al.*, 2005). Mineralizações de cromo (Cr) são quase exclusivamente encontradas em rochas ígneas plutônicas primárias e ultrabásicas e são membros da família de minérios ortomagmáticos.

África do Sul, Cazaquistão e Índia possuem as maiores reservas mundiais de cromita (mais de 90% das reservas totais) e são os principais polos produtores do metal (DALLA COSTA *et al.*, 2017). De acordo com o mais recente Resumo Mineral Brasileiro publicado pelo Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) em 2014, o Brasil é o único produtor de cromo do continente americano, com 0,13% das reservas mundiais, equivalente a 1,9 milhão de toneladas de reservas lavráveis e 570 mil toneladas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  contidas. Somando-se as reservas lavráveis e medidas, chega-se a 2,66 Mt de metal contido, com os recursos mais significativos nos estados da Bahia (33,53%), Amapá (32%) e Minas Gerais (20%) (LIMA & NEVES, 2016). Em 2014, o país produziu 716.674,87 toneladas de cromita compacta, concentrada, granulada e areia de cromita, totalizando 244.622,46 toneladas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  contido. Somente a Bahia respondeu por 70,80% da produção nacional ou 507.423,87 t de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  com teor de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  de 39% (LIMA & NEVES, 2016).

Este minério ocorre em camadas tabulares que variam de centímetros a dois metros de espessura e teores que variam de 30 a 48% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . O minério estratificado, também denominado fitato, apresenta alternância de lâminas centrimétricas de cromita e serpentinita, e apresenta teores que variam de 15 a 30% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . O tipo disseminado, apresenta variação de teor entre 10 a 20% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e ocorre associado ao tipo *stratabound* ou corpos isolados. O último é o friável, onde geralmente é encontrado associado à argila e à cromita disseminada, com variações de teores idênticas aos tipos disseminados e estratificados. Este último tipo tem origem na mineração disseminada e estratificada (LIMA, 2009).

O complexo máfico-ultramáfico do Vale do Jacurici é a principal mineralização de cromo em contexto nacional (FIGUEIREDO, 1977). É encontrada no Cráton do São Francisco, localizado a nordeste do estado da Bahia (ALKIMIM, 2004). O Bloco da Serrinha margeia o distrito cromítico. Ao final do Ciclo Transamazônico durante o Arqueano, o bloco foi consolidado e limitado pela Faixa Móvel Sergipana e Salvador-Curaçá (BARBOSA, 1997). A oeste do distrito estão o sienito da Serra de Itiúba e rochas de alto grau metamórfico conectadas à zona de cisalhamento dúctil da parte norte da Faixa de Itabuna (DE ALMEIDA, 2017). As rochas do Vale do Jacurici sofreram deformações e metamorfismo durante o Paleoproterozóico devido à colisão dos Blocos Serrinha, Gavião e Jequié (KOSIN *et al.*, 2003). O Complexo do Vale do Jacurici contém 22 rochas intrusivas máfico-ultramáficas contidas em granulitos e gnaisses no ambiente geológico do Bloco Serrinha. As minas de Ipueira e Medrado são duas das mais importantes em termos econômicos do país (FRIEDERICH, 2019).

Há notáveis trabalhos publicados em bancos de dados online sobre a região de minas de Ipueira-Medrado sobre a geologia de superfície local e concepções das características gerais da depósito mineral. Dentre estes trabalhos, destacam-se trabalhos nas áreas de aerogeofísica (DIAS, 2021), mapeamento geológico (OLIVEIRA, 2016), geologia estrutural (DE ALMEIDA, 2017), caracterização petrológica, litogeoquímica e geologia (MARQUES *et al.*, 2003; GAMA, 2021). No entanto, novos ramos de pesquisa mineral ainda podem ser aplicados para descrição do depósito mineral, como análise de dados geoestatísticos para identificação das tendências das mineralizações, estudos geofísicos de eletrorresistividade para dimensionamento do corpo mineral e aplicação de novas técnicas de Sensoriamento Remoto para mapeamento de áreas potencialmente promissoras.

O objetivo principal desta pesquisa é realizar a primeira revisão sistemática da literatura sobre os vários tipos e propriedades dos depósitos cromíticos do Vale do Jacurici. A pesquisa identificou lacunas ainda não exploradas sobre as jazidas de cromo no Vale do Jacurici. Além disso, o estudo criará um banco de dados de informações sobre a região, o que ajudará a orientar estudos futuros.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Localização da Área de Estudo

A área de pesquisa situa-se no município de Andorinhas, na região geográfica do Piemonte Norte do Itapicuru, centro-norte baiano. Este município faz divisa com os municípios de Senhor do Bonfim, Monte Santo, Jaguarari, Itiba e Uauá e está localizado a 450 quilômetros de Salvador, BA. Destaca-se na área, o complexo máfico-ultramáfico do Vale do Jacurici, parte integrante do Cráton do São Francisco (CSF) (Figura 1).

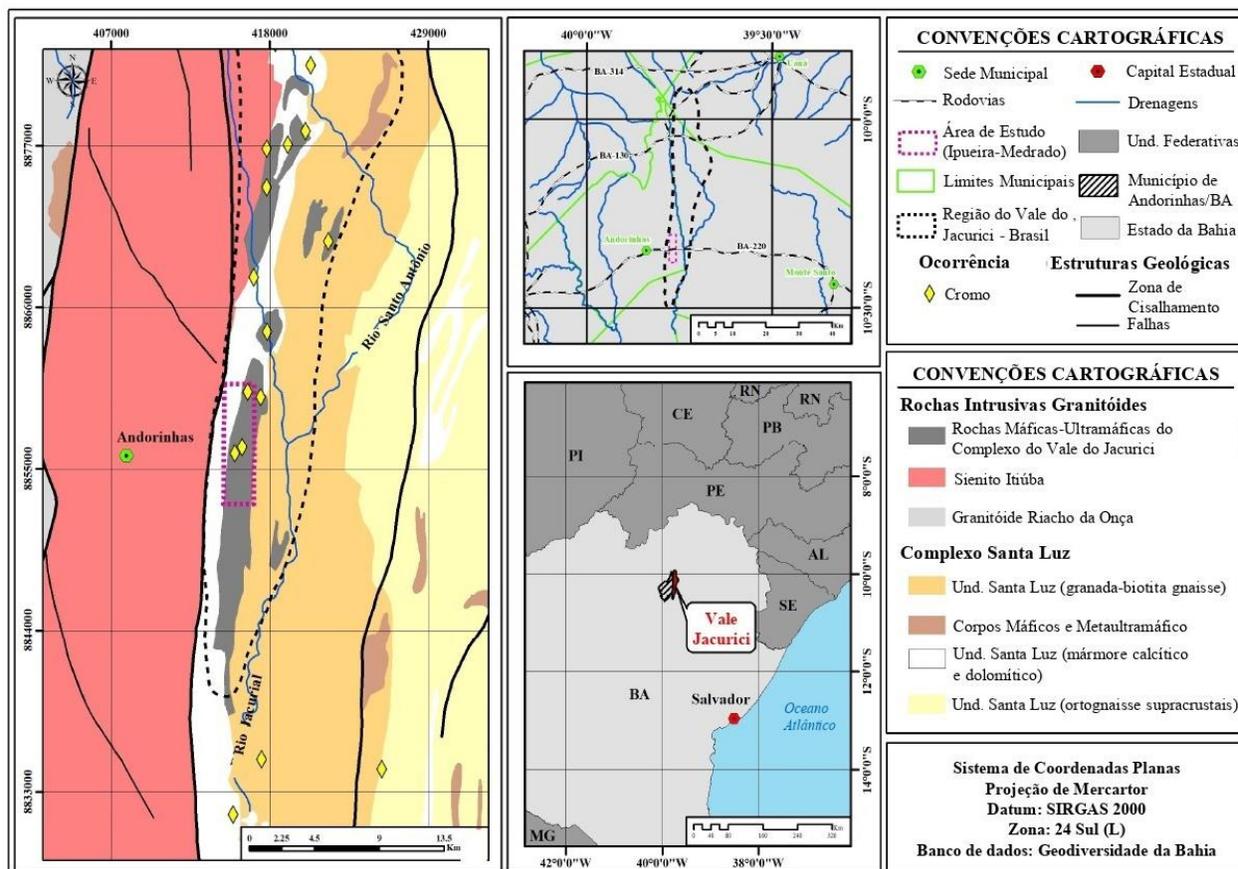


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo e litoestratigrafia de uma porção do Vale do Jacurici, com destaque para a região da área de estudo Ipueira-Medrado.

Fonte: CARVALHO (2010).

### 2.2 Geologia Regional e Metalogenia de Depósitos de Cromo

No contexto da evolução geológica regional, os crátons dos continentes sul-americano e africano são considerados porções internas mais estáveis das placas. Eles fundiram essas partes após colisões de segmentos cratônicos menores (BRITO NEVES *et al.*, 1999; CAMPOS NETO, 2000). As margens das placas e porções agregadas passaram a fazer parte dos cinturões orogênicos Brasileiro-Pan-Africano (ALKMIM, 2004).

A Faixa Móvel Brasília delimita o Cráton do São Francisco ao sul e a oeste, a Faixa Móvel Rio Preto a noroeste, ao norte as faixas Riacho do Pontal e Sergipana, e o cinturão Araçuaí a sudeste (ALMEIDA, 1977). Segundo Alkmim (2004), o centro do cráton contém coberturas Neoproterozóicas do Rio Preto e da Faixa Sergipana. Unidades pré-cambrianas e fanerozóicas cobrem seu interior, compreendendo três unidades morfotectônicas críticas: a Bacia do São Francisco, o Aulacógeno do Parnamirim e grande parte do rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá (ALKMIM, 2004).

O Cinturão Mineiro é uma seção do embasamento exposto ao sul do Cráton durante o Evento Transamazônico, e foi submetido à deformação e atividade térmica (NOCE *et al.* 1998; MACHADO *et al.* 1992). Esses terrenos compreendem um complexo metamórfico de base e rochas supracrustais dos Supergrupos Rio das Velhas, Minas e Itacolomi. Granitos dos períodos Arqueano e Paleoproterozóico também estão presentes (ALKMIM, 2004).

Ao norte do Cráton, encontra-se um fragmento do orógeno paleoproterozóico (BARBOSA & DOMINGUEZ, 1996; TEIXEIRA *et al.*, 2000; BARBOSA & SABATÉ, 2001; ALKMIN, 2004). Esta seção é dividida em quatro grandes componentes litotectônicos, cada um com sua própria composição genética e habitate (BARBOSA & DOMINGUEZ, 1996; TEIXEIRA *et al.*, 2000; BARBOSA & SABATÉ, 2001). Resumimos os quatro terrenos arqueanos na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais Componentes Litotectônicos da Porção Norte do Cráton do São Francisco.

Componentes Litotectônicos	
Terrenos	Feições
Bloco Gavião	É composto por um núcleo arqueano que foi retrabalhado nas bordas. Encontram-se rochas mais antigas do Cráton do São Francisco. Sequências do <i>Greenstone Belt</i> , tonalito-trondhjemitogranodiorito (TTG) com idade de 3,4 Ga, duas gerações de granitóides com 3,2–3,1 Ga e outra com 2,7 Ga. A fácies anfífolito metamorfoseou todas as rochas deste grupo.
Bloco Jequié	A maior parte da estrutura compreende migmatitos de 2,9 Ga e granitóides de 2,7 Ga. Exibe extrema deformação e metamorfismo transbrasileiro sob configurações de fácies granulíticas. Metassedimentos e metavulcânicas antigas podem aflorar partes do bloco.
Bloco Serrinha	Nas bacias retro-arcos, é marcado por um significativo metamorfismo significativo, e contém sequências de <i>Greenstone Belt</i> Paleoproterozóicas cobrindo parte do embasamento. O embasamento do bloco é composto por granitos e tonalitos de 2,9 Ga.
Cinturão Itabuna-Salvador-Curaça	O terreno é composto por tonalitos, trondhjemitos e metassedimentos. Sua característica principal é a configuração do arco magmático Neoarqueano/Paleoproterozóico. Devido à condição de convergência paleoproterozóica, metamorfismo e deformação na fácies granulítica podem ser notados. Rochas shoshoníticas foram encontradas.

Fonte: Adaptado de BARBOSA & DOMINGUEZ (1996), TEIXEIRA *et al.* (2000); BARBOSA & SABATÉ, (2001), ALKMIN (2004).

### 2.2.1 Mineralogia e Metalogenia de Depósitos de Cromo

Podemos encontrar o cromo na natureza como cromita e magnésio-cromita, ambos membros do grupo espinélio, que inclui minerais que contêm magnésio, cromo, ferro e alumínio em sua estrutura (SAMPAIO *et al.*, 2005). A cromita é o único minério economicamente viável entre os minerais de cromo. Assim, este elemento se destaca nos minerais mais importantes: a cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), a aluminocromita [ $\text{Fe}(\text{CrAl})_2\text{O}_4$ ], a magnesiocromita ( $\text{Mg,FeCr}_2\text{O}_4$ ) e a cromopirita [ $(\text{Mg,Fe})(\text{Cr,Al})_2\text{O}_4$ ] (Lima, 2009).

Segundo Sampaio *et al.* (2005), a cromita tem uma composição teórica de 68%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e 32%  $\text{FeO}$ , embora essas quantidades nunca sejam encontradas na natureza devido a implicações de impurezas. Dependendo do teor de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e da relação Cr/Fe, a cromita pode ser classificada como metalúrgica, química ou refratária (LIMA, 2009). Em termos cristalográficos, Sampaio *et al.* (2005) caracterizam a cromita como um óxido com estrutura de espinelas, com fórmula cristalográfica  $\text{XY}_2\text{O}_4$ .

A gênese dos depósitos de cromita se deve à cristalização do mineral durante o resfriamento do magma, sendo a cromita a única fase *cumulus* (FERREIRA FILHO, 2002; SAMPAIO *et al.*, 2005). Os depósitos de cromita são formados pela fusão parcial do manto superior peridotítico. Para que o sistema entre no campo de estabilidade da cromita, segundo Ferreira Filho (2002), devem existir relações de fase específicas para a deposição de cromita na câmara magmática.

Podemos dividir os depósitos em duas classes com base no seu desenvolvimento: cromita podiforme e cromita compacta (estratiforme) (STOWE, 1994). Kropschot e Doebrich (2010) propuseram um terceiro grupo de cromititos associados a complexos máfico-ultramáficos zonados do Alasca-Uralianos (FRIEDERICH, 2018).

O primeiro tipo de depósito cromítico, são os podiformes. Esses depósitos se originam em torno das bordas das placas tectônicas de acreção da litosfera oceânica. Mecanismos de obdução que os absorvem nas margens continentais os mantêm no continente (MOORES, 2003). Podemos encontrá-los nas mesmas rochas máfico-ultramáficas que as rochas

estratiformes, mas a gênese de formação é diferente, tendo o ciclo Wilson como base teórica de formação. Estes depósitos, em comparação com os estratiformes são de portes menores, mas com teores superiores de cromo e relações Cr/Fe. Os minérios deste tipo de depósitos, geralmente são do tipo compacto (lump: 30 a 48% de Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) (LIMA, 2009). A associação sedimentar do fundo do mar no topo, basaltos com características de traveseiro toleítico e enxames de diques básicos na maioria das regiões centrais são elementos típicos desse modelo de mineralização. O complexo máfico de gabros está logo abaixo da seção mais superficial, e o complexo ultramáfico (harzburgito, lherzolita e dunita) está próximo à base (MOORES, 2003).

Os estratiformes são depósitos cromíticos tabulares em leitos de intrusões ígneas e respondem por uma parcela significativa das reservas mundiais conhecidas de cromo, correspondendo a 90% do total (SAMPAIO *et al.*, 2005). Essas intrusões em forma de escudo conectam-se com intrusões máfico-ultrafícas em camadas e têm mais de 1,9 bilhão de anos (THAYER & JACKSON, 1972; SAMPAIO *et al.*, 2005). Intrusões de magma máfico-ultramáfico ligam-se a terrenos cratônicos e até episódios de rifting. Dunitos, peridotitos, piroxenitos e gabros estão entre as rochas que compõem esse grupo. Na zona máfica, a mineralização disseminada e maciça pode incluir até 90% ou mais de cromita e está associada a seções inferiores de intrusões (THAYER & JACKSON, 1972). Geralmente, o minério é encontrado mais friável (LIMA, 2009). O Complexo Máfico-Ultramáfico no Vale do Jacurici, no estado Bahia (Brasil), é um excelente exemplo desse tipo de depósito. Os Complexos Witwatersrand e Bushveld na África do Sul são os exemplos mais notáveis desses modelos genéticos.

No seu mecanismo de formação dos depósitos tabulares, novos influxos magmáticos dos mesmos processos intrusivos fraturam as mineralizações em eventos ou pulsos magmáticos subsequentes conhecidos como autólitos, que ocorrem entre as zonas máficas e ultramáficas. A cromita cristaliza na base da câmara magmática, e através da remobilização dos cristais, há uma subdivisão em dois grupos: *on-stage* e *off-stage* (Jackson, 1961; 1963; Eales, 2000; Friedrich, 2018).

Jackson (1961; 1963) sugeriu o primeiro conceito, *On-Stage*, baseado em observações de estratos cromíticos do Complexo *Stillwater* nos Estados Unidos. Neste cenário, Jackson (1963) determinou que os cristais de cromita se formam na base da câmara de magma. Como resultado, o magma deposita-se relativamente parado e sem transposição lateral, resultando em um deslocamento cotético causado pela mistura do magma residente com um mais primitivo contaminado pela crosta (IRVINE, 1977).

Jackson produziu trabalhos importantes em 1963 sobre variações laterais na razão de oxidação ( $Fe^{3+}/Fe^{2+}Fe^{3+}$ ) e flutuações na soma do ferro total ( $Fe^{2+} + Fe^{3+}$ ) entre as camadas (FRIEDERICH, 2018). Ele ligou as diferenças a um gradiente lateral no  $fO_2$  do magma durante o desenvolvimento da Zona Ultramáfica. A mudança está, portanto, ligada ao padrão de convecção da célula, à colocação dos dutos de alimentação ou mesmo à extração de água dos sedimentos intrudidos ao longo das bordas da intrusão (JACKSON, 1963).

Segundo Cameron (1980), as cromitas em câmaras cristalizam em função das variações de pressão globais. A cromita só pode cristalizar antes do piroxênio se a concentração inicial de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for superior a 0,2% em massa (Friederich, 2018). Nesta situação, o magma estaria próximo ao limite de precipitação da cromita, fazendo com que o sistema se deslocasse para o campo de estabilidade da cromita devido às flutuações de pressão. Outros autores postularam mudanças na pressão total causadas por bolhas de CO<sub>2</sub>, um aumento na câmara magmática e uma subsequente redução ou escape magmático como um agente de deslocamento em direção à borda olivina-cromita (LIPIN, 1993).

O modelo *off-stage* proposto por Eales (2000) afirma que, além da câmara magmática que formou o Complexo *Bushveld*, estaria presente uma segunda câmara contendo um magma mais rico em composição magnésiana e mais rico em Cr, onde ocorreriam processos de cristalização fracionada e assentamento gravitacional (FRIEDERICH, 2018). Segundo Friederich (2018), uma injeção magmática contendo até 3% de microfenocristais de cromita foi introduzida na câmara de *Bushveld* previamente cristalizada, enriquecendo em Cr através de líquidos intercúmulos desta segunda câmara. Além disso, Voordouw (2009) apresentou um conceito semelhante em que geraria cromita ao longo dos dutos alimentadores da câmara por causa de uma mistura de magmas fluindo pelo espaço e se acumulando em armadilhas estruturais (VOORDOUW, 2009). Segundo Friederich (2018), cristais de cromita reunidos em condutos seriam remobilizados e injetados na câmara de magma como soleiras por meio de uma lama de cromita contendo aproximadamente 53 a 62% de cromita (Figura 2). Seria necessário processar uma coluna de magma de 2,5 km de espessura e uma separação gravitacional perfeita entre cromita e olivina para criar uma camada de cromitito de um metro de espessura.

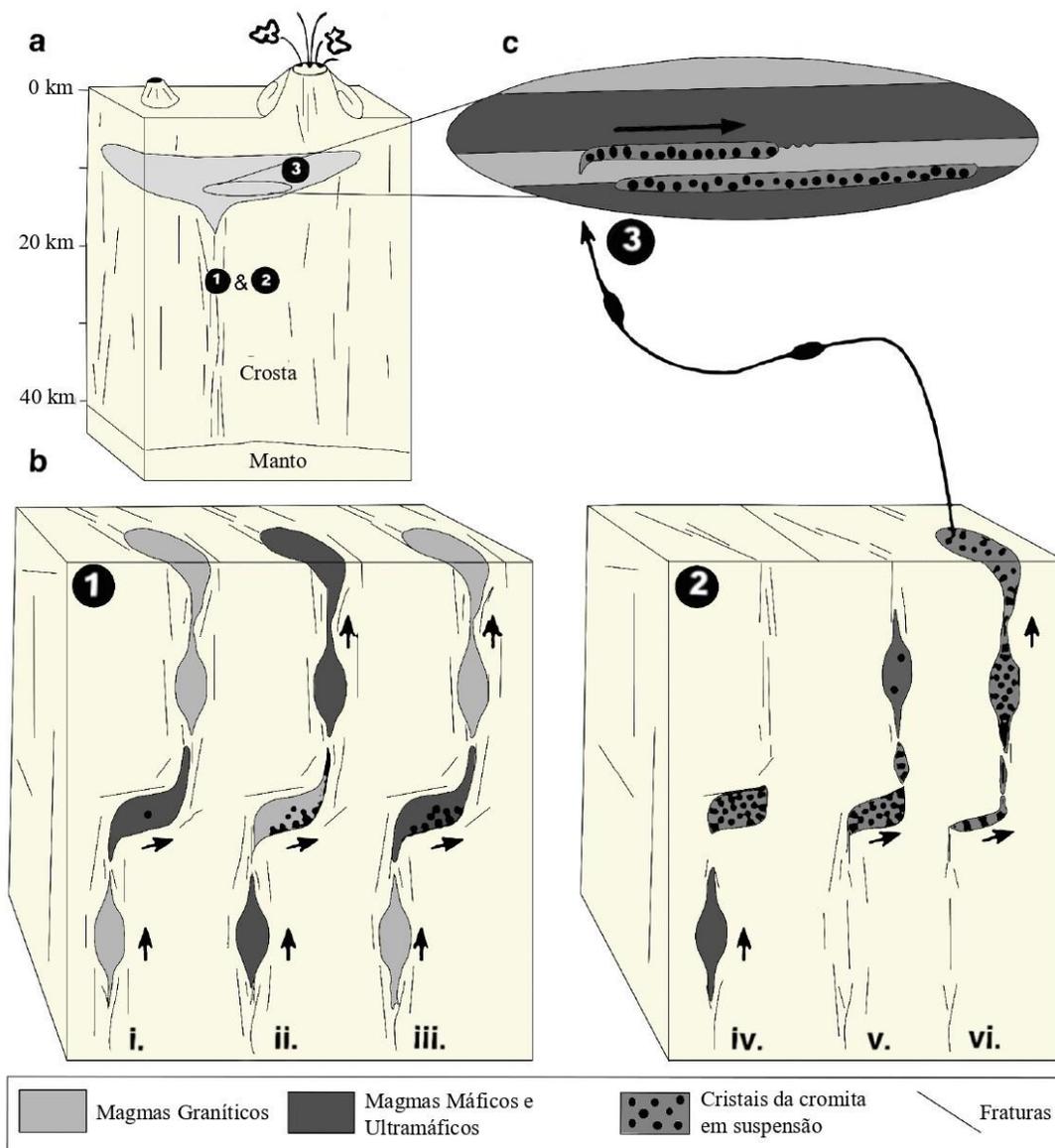


Figura 2 – Modelo ilustrando uma origem intrusiva para camadas de cromitito. (a) Esboço da crosta terrestre, mostrando as localizações aproximadas das três etapas. (b) Etapas 1–3: (1) protegida de lama cromítífera em uma armadilha estrutural; (2) remobilização da lama rica em cristais de cromita e ascensão através do conduto; (3) colocação da lama cromítífera ao longo de contatos litológicos na Suíte Acamadada de Rustenburg  
 Fonte: Modificado de Voordouw (2009).

## 2.2 Métodos

A revisão sistemática foi baseada em estudos em base de dados sites de órgãos públicos e privados. Dentre os materiais utilizados, foram acessados livros, artigos, teses, dissertações e publicações. Essas plataformas fornecem dados sobre a caracterização dos depósitos de cromita nos contextos nacional e local do complexo cromítico do Vale do Jacurici/BA. Foram encontradas essas publicações e materiais pesquisando no Google Acadêmico os termos "Depósito de Cromitita" e "Jacurici", resultando em 42 trabalhos. Devido a temática, abordados na pesquisa, foi reduzido para 24 trabalhos após a triagem: dezoito artigos, três livros, três relatórios e um resumo expandido.

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1 Distritos cromíticos do Vale do Jacurici

Três cinturões móveis Neoproterozóicos (Riacho do Pontal, Rio Preto, Sergipana, Araçua e Cinturão Brasileiro) restringem o complexo máfico-ultramáfico do Vale do Jacurici, localizado a nordeste do estado da Bahia e parte integrante do Cráton do São Francisco. As idades desse complexo variam de 2.085 a 5 Ma, o que equivale à idade do pico metamórfico da região (BARBOSA *et al.*, 1996; FRIEDERICH, 2019).

Neste complexo, diversos corpos intrusivos máfico-ultramáficos são intercaladas por rochas granulíticas e gnaisses (BARBOSA *et al.* 1996). Granodioritos a gnaisses leucocráticos tonalíticos com intercalações de anfibolito, formações ferríferas bandadas, olivina-mármore, cálcio-silicatos ricos em diopsídios, quartzitos, gnaisses granadeiros e metacherts são os litotipos mais comuns (MARINHO, 1986). Silveira *et al.* (2015) levantou a hipótese de meta-gabro-norita como a origem dos corpos anfibólicos anteriormente considerados sedimentares. Em contraste, Almeida *et al.* (2017) sugeriram intrusões cogenéticas ao Complexo Jacurici.

Os corpos cromíticos deste complexo encontram-se em contexto arqueano do bloco da Serrinha. As intrusões máfico-ultramáficas que ocorrem no complexo Vale do Jacurici, segundo Dias *et al.* (2022), cobrem uma região com cerca de 70 km de comprimento e 20 km de largura, sendo a maioria orientada N-S.

Segundo Alves (2005), foram descobertos no Vale do Jacurici, 14 corpos cromíticos em 2005, com nomes que variam de norte a sul: Logradouro do Juvenal, Várzea do Macaco I, Várzea do Macaco II e Várzea/Teiú (município de Uauá); Monte Alegre, Cemitério, Riacho I, Riacho II, Barra, Algodões e Lajedo (município de Queimadas). Medrados, Pindoba, Ipueira/Socó e Pedra de Dórea (município de Andorinha); Laje Nova (município de Cansanção); e, finalmente, Barreiro e Pau Ferro (concelho de Queimadas). Friedrich (2019) afirma que 22 corpos máfico-ultramáficos já foram catalogadas em pesquisas mais recente.

Durante o Paleoproterozóico, as rochas do complexo Vale do Jacurici sofreram intensas deformações e eventos de metamorfismo associados às colisões dos blocos Serrinha, Gavião e Jequié (BARBOSA & SABATÉ, 2004). Os depósitos cromíticos do complexo Jacurici são alongados e orientados paralelamente ao trend regional (MARQUES & FILHO, 2003).

Segundo Marinho (1986), três eventos deformacionais dominaram os terrenos da região durante a formação dos depósitos, formando as dobras isoclinais e transpostas, dobras fechadas e lineamento das foliações nas direções NNE e NNW. Altos graus metamórficos (anfíbolitos) afetaram essas rochas, de acordo com Del Lama (2001). Também ocorreu eventos de metassomatismo pós-pico metamórfico, produzindo processos de serpentinização e flogopitização.

No Brasil, existem outros depósitos cromíticos com diferentes modelos de evolução mas de grande importância para o conhecimento genético destes depósitos, são os Complexos Bacuri (Amapá) e Niquelândia (Goiás). Além disso, os dois complexos, juntamente com o complexo Ipueira-Medrado, apresentam uma estratigrafia ígnea distinta, reforçando ainda mais sua singularidade devido ao ambiente interno de formação (FERREIRA FILHO, 2002).

##### 3.1.1 Complexo Cromítico Ipueira-Medrado

A mina Medrado e Ipueira está localizada no distrito cromítico do Vale do Jacurici, na borda oeste do Bloco Serrinha, margeando o Cinturão Salvador-Curaçá, e nela existem muitos depósitos econômicos e várias ocorrências de cromita hospedadas em rochas máfico-ultramáficas (ALMEIDA *et al.* 2017; BARBOSA *et al.*, 1996).

As minas de cromo encontram-se estruturalmente em uma soleira máfico-ultramáfica, que abriga o maior depósito de cromita do Brasil. O corpo geológico é descrito como uma forma alongada, com 7 km de extensão e 300 m de espessura, com uma camada contínua de cromitito de 5 a 8 metros de espessura, mineralizada dentro da zona ultramáfica (MARQUES & FERREIRA FILHO, 2003). Alguns autores também mencionam que o corpo apresenta uma forte diferenciação e estratificação, originada de magmatismo primitivo e contaminação crustal (DEUS & VIANA 1982).

Nos corpos geológicos das minas em questão, as rochas são intercaladas por rochas gnáissicas e metassedimentares de alto grau metamórfico. Os litotipos encontrados são gnaisses bandados migmatizados, granulitos, metacherts, quartzitos, diopsitos e olivina-mármore (ALMEIDA *et al.*, 2017). A soleira da mina Ipueira, que corresponde ao prolongamento da soleira do Medrado (flanco leste), apresenta litotipos com sequências metassedimentares que incluem serpentina, mármore, diopsídio e metacherts (ALVES, 2005).

O depósito cromítico é dividido em três zonas (Figura 3) usando o seguinte empilhamento estratigráfico de soleiras: marginal (5 a 20 m de espessura), ultramáfica (até 250 m de espessura; a camada é subdividida em superior e inferior) e máfica (aproximadamente 30 m de espessura) (MARQUES & FERREIRA FILHO, 2003). O cromitito acamadado presente

nas soleiras é representado por uma granulometria que varia entre 0,4 a 0,6mm, pouco disseminado e apresenta contatos bruscos com a rocha encaixante.

Segundo Deus & Viana (1982), as olivinas e piroxênios nestes depósitos apresentam mudanças na composição, com minerais ricos em Mg no topo do depósito e minerais ricos em Fe na base. Esta situação mostra possíveis misturas magmáticas recentes injetadas com o magma residente através de fluxo convectivo durante o resfriamento do magma. A soleira Ipueira-Medrado divide-se em sete unidades de estratos (MARQUES & FERREIRA FILHO, 2003).

Marques & Ferreira Filho (2017) publicaram correlações estratigráficas entre as camadas cromíticas de Ipueira e Medrado entre si, e entre Monte Alegre Sul e Várzea do Macaco através das divisões sugeridas para o complexo Jacurici (Figura 3).

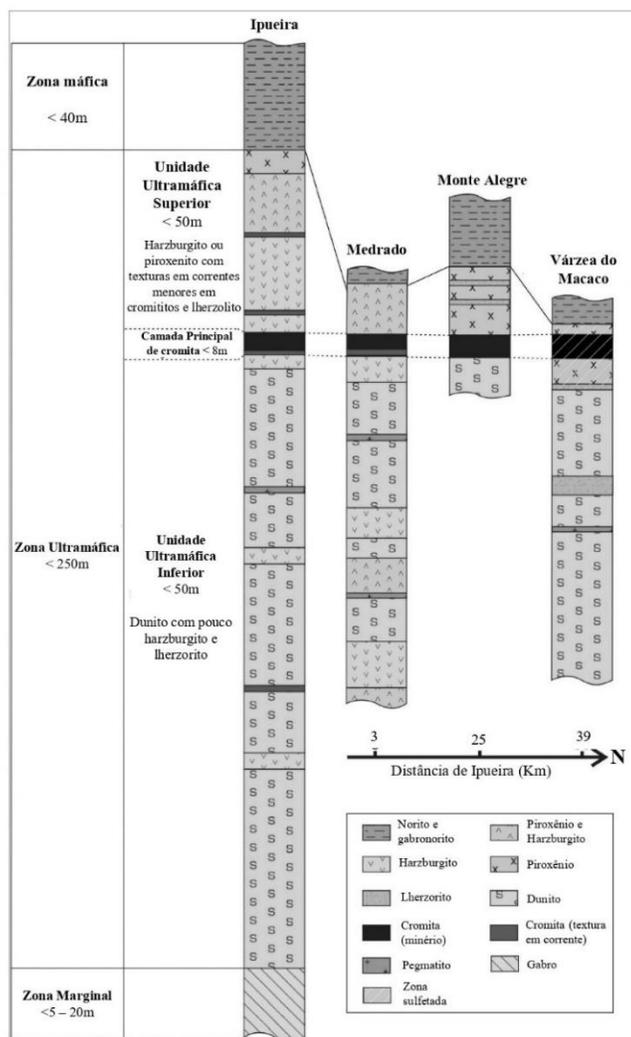


Figura 3 – Seções representativas dos segmentos Ipueira, Medrado, Monte Alegre Sul e Várzea do Macaco, buscando ilustrar as correlações e divisões estratigráficas para o complexo Jacurici.

Fonte: Adaptada parcialmente de Marques & Ferreira Filho (2003).

Marques & Ferreira Filho (2003) descrevem que os depósitos Ipueira-Medrado foram formados em unidade. Porém, através de processos de cisalhamento, o corpo original foi dividido em dois grupos que conservaram características litológicas e estruturais semelhantes.

Regionalmente, as rochas sofreram intensos eventos de metamorfismo (alto grau metamórfico) e deformação, com temperaturas mínimas da fácies anfibolito (ALMEIDA et al., 2017). Alves (2005) afirma que o alongamento e a

descontinuidade resultam principalmente de uma compressão leste-oeste causada por flexões e transposições na direção N-S.

Almeida *et al.* (2017) explicam que a evolução dos corpos cromíticos máfico-ultramáficos ocorreu de forma semelhante à rocha hospedeira gnáissica. Também explica, que essas configurações nos controles estruturais permitiram o desenvolvimento de corpos em escala de mina (espessura entre 7 e 8 m) em ambos os lados da dobra. A repetição das camadas de cromita pode estar relacionada a zonas de cisalhamento identificadas tanto regionalmente quanto localmente.

Devido aos processos compressivos durante a formação do depósito, os níveis cromíticos também ocorreram em formas de corpos alongados paralelos com a charneira das dobras sinformais. A dobra sinforme de Medrado é normal, com uma superfície axial mergulhando de 20° a 30°, com uma leve inclinação em seu eixo a sudoeste (ALMEIDA *et al.*, 2017). A dobra Ipueira configura-se como uma sinforma reversa, na qual ambos os flancos mergulham para leste com inclinação sudoeste de 10 a 15° (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Em termos gerais, os depósitos cromíticos Ipueira-Medrado estão correlacionados com modelos do Complexo Busheveld (BIONDE, 2015). Essa correlação é motivada por sua origem genética, estruturando-se na câmara magmática e ambiente de formação. Um forte argumento que sustenta os traços que aproximam os dois modelos (Ipueira-Medrado com Busheveld) é a presença da formação de depósitos de níquel associados a corpos máfico-ultramáficos. Depósitos de níquel, semelhantes ao cromo, são gerados durante processos de segregação magmática e se alojam na porção inferior da câmara. Em termos geotectônicos, outra forte semelhança entre ambos os complexos é sua origem de formação, onde ambos se correlacionam com áreas cratônicas pré-cambrianas.

Quando abordadas sob a ótica do extrativismo mineral, as jazidas Ipueira-Medrado são subdivididas em três segmentos: Medrado, Ipueira II e Ipueira Sul (Figura 4) (MARQUES & FERREIRA FILHO, 2003). O minério nessas minas está hospedado em serpentinitos, onde podem variar em ocorrências disseminadas ou maciças, cujos teores, segundo Figueiredo (1977), podem chegar a até 70%.

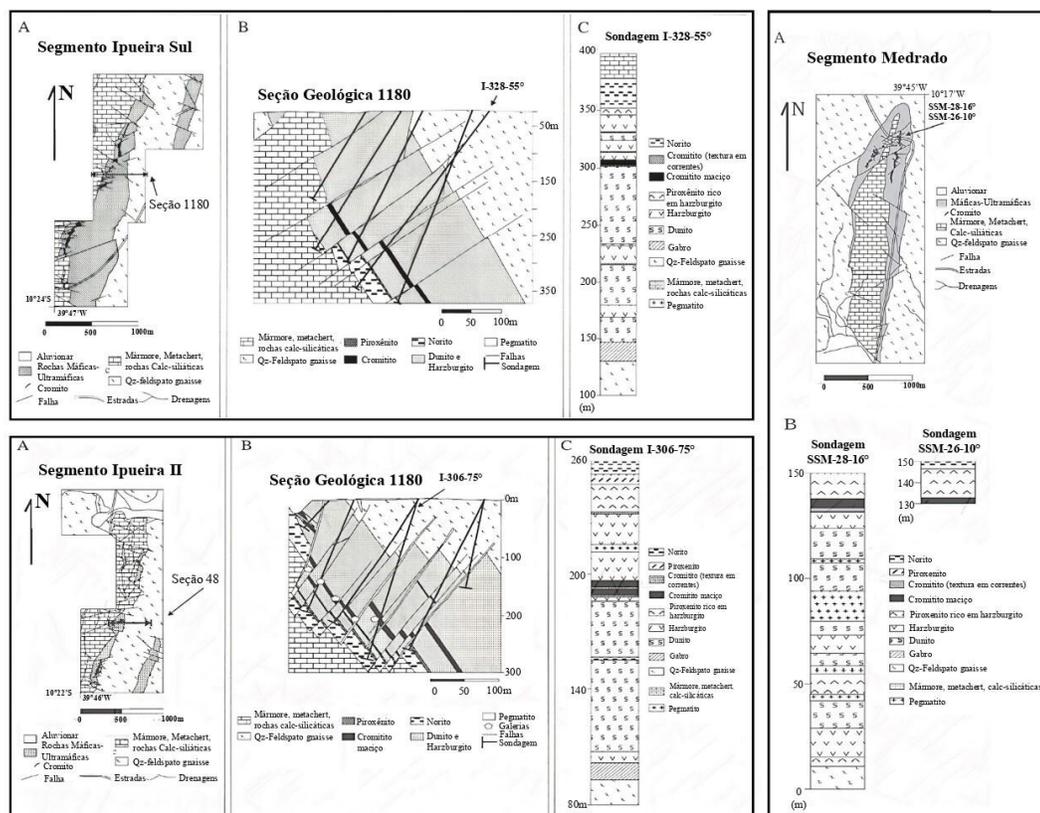


Figura 4 - Mapa de detalhe e seção estratigráfica da mina subterrânea do trecho de soleira Medrado, Ipueira Sul e Ipueira II. Laudo interno de mineração da Vale do Jacurici S.A. Fonte: parcialmente adaptado de Marques & Ferreira Filho (2003).

#### 4. Conclusão

O trabalho buscou trazer uma revisão bibliográfica de alguns conceitos e teorias sobre os modelos de mineralização da cromita. Assim, no seu âmbito, estruturou-se na informação e classificação dos depósitos cromíticos segundo a forma do corpo geológico (estratiforme ou podiforme) e remobilização do cromo (*On-stage* ou *Off-stage*).

O foco foram os depósitos máfico-ultramáficos do complexo Vale do Jacurici, na Bahia (segmento Ipueira-Medrado). Estudos realizados em outros depósitos do mesmo gênero, como mineralizações do segmento acima citado, foram formados em modelo de depósito estratiforme com sistema de remobilização fechado (*Off-stage*).

As jazidas do Complexo Vale Jacurici são formadas, em sua maioria, por jazidas de teores de cromo do tipo metalúrgico, sendo seus teores elevados para uma classe de minério tipo (*lump*) (30 a 48% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). No município de Andorinhas, onde estão localizadas as minas de Ipueira-Medrado, encontram-se minérios tipo granulado, com teores da ordem de 38% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Como principal característica do minério local, ele é aluminoso, com teores na faixa de 17,2% a 20,5%. Com base em estimativas fornecidas pela Companhia de Ferro-Ligas da Bahia (FERBASA), as jazidas minerais dessa região possuem reservas totais superiores a 20 milhões de toneladas, suficientes para sustentar uma vida útil de 30 anos.

Quanto à forma estrutural, ainda reverbera discussões sobre sua estruturação. Duas discussões são levantadas em relação ao modelo de formação: a) dobra sinforme ou b) falhas inversas geradas através de zonas de empurrão. Ambas as teorias ainda estão em vigor e são discutidas.

Embora existam trabalhos voltados para a caracterização geológica da área, principalmente na geologia de superfície e estrutural, há baixa produção de trabalhos em outros ramos das geociências. Essa condição acaba gerando lacunas ainda não preenchidas. A idealização de frentes de estudos especializados abriria novos horizontes para a pesquisa mineral.

Na esfera econômica, estudos geoestatísticos aplicados à geoquímica de furos de sondagem ajudariam a determinar as continuidades e direções das mineralizações. A implementação de novas técnicas de geoprocessamento em produtos de Sensoriamento Remoto e geofísica terrestre pelo método de resistividade, por exemplo, seria um excelente suporte na delimitação do corpo físico do mineral ou mesmo na obtenção de novos alvos de estudo.

Com relação aos estudos ambientais, pesquisas em áreas como geologia ambiental, geologia médica e hidrogeologia permitiriam análises das condições do meio ambiente e possíveis riscos à saúde dos moradores. Assim, com a detenção desse conhecimento, estudos poderão ser direcionados para identificar se a atividade mineradora causa problemas.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Geologia, ao Programa de Pós-Graduação, ao Laboratório de Geoprocessamento do Ceará (GEOCE) e ao Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará pela estrutura disponibilizada para a realização da pesquisa. Financiamento: A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico (FUNCAP) apoiou este trabalho (Processo: BMD-0008-01397.01.08/21), que disponibilizou uma bolsa de pós-graduação em nível de mestrado que garantiu condições ideais para a pesquisa científica e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

#### Referências

ALKMIM, F. F. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, p. 17-34, 2004.

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, no. 4, 349-364, 1977.  
ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, 349-364, 1977.

ALMEIDA, H. L. DE; Cabral, E.B.; Bezerra, F. X. Evolução deformacional de rochas do Vale do Jacurici: preparação para estruturação de corpos cromitíferos máfico-ultramáficos. Geologia dos Estados Unidos. Série Científica, vol. 17, não. 2, pág. 71, 1 de agosto de 2017.

ALVES, C. D. S. Caracterização do maciço rochoso com uso de testemunhos de perfuração na mina Ipueira 3, Andorinha - Bahia. Campina Grande, 2005. 140p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2005.

BARBOSA, J. S. F. Síntese do conhecimento sobre a evolução geotectônica das rochas metamórficas arqueanas e paleoproterozóicas do embasamento do Cráton do São Francisco na Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 27, n. 3, 241-256, 1997.

BARBOSA, J.S.F.; Sabaté, P. Crosta arqueana e paleoproterozóica do Cráton do São Francisco, Bahia, Brasil: feições geodinâmicas. *Pesquisa pré-cambriana*, v. 133, n. 1-2, pág. 1-27, 2004.

BARBOSA, J.S.F.; Sabaté, P.; Dominguez J. M. L. O Estado da Bahia na Plataforma Sul-Americana, suas subdivisões, critérios de empilhamento estratigráfico de coberturas de plataformas e ciclos geotectônicos. *Geologia da Bahia: Texto Explicativo do Mapa Geológico da Milionária*: Salvador. Secretaria de Indústria, Comércio e Minas/Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, v. 2, 39-66. 1996.

BIONDI, João Carlos. Processos metalogenéticos e depósitos minerais brasileiros. -dois. Ed. Ver. E atual. Oficina de Textos. São Paulo, p.56-57, 2015.

BRITO NEVES, B.B.; NETO, M.C.C.; FUCK, R. A. De Rodínia a Gondwana Ocidental: Uma abordagem do Ciclo Brasileiro-Pan Africano e da colagem orogênica. *Episódios*, v. 22, n. 3, 155-166, 1999.

CAMPOS NETO, M. C. Sistemas Orográficos do Sudoeste de Gondwana: Uma Abordagem do Ciclo Brasileiro-PanAfricano e da Colagem Orográfica no Sudeste do Brasil. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Org.). *Evolução Tectônica da América do Sul*. Rio de Janeiro: 31º Congresso Internacional de Geologia, p. 335-365, 2000.

CAMERON, E. N. Evolução da Zona Crítica Inferior, setor central, Complexo Bushveld oriental e seus depósitos de cromita. *Geologia Econômica*, v. 75, n. 6, 845-871, 1980.

CARVALHO, L.M., Ramos, M. A. B.. *Geodiversidade do estado da Bahia*. 2010.

DALLA COSTA, M.M., Fernandes L., Duarte J.E.C., Recuero J.C. (coords.). *Anuário mineral estadual Minas Gerais. Anos base 2010 a 2014*. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 133 p. 2017.

DEL LAMA, E. A.; Cândia, M. A. F.; Szabó, G. A. J. Petrografia e metamorfismo das encaixantes metassedimentares dos complexos máfico-ultramáficos Hospedadores de Cromititos do Vale do Jacurici, Bahia, Nordeste do Brasil. *Geologia USP, Série Científica*, v. 1, n. 1, 01-15, 2001.

DEUS, P.B.; Viana, J. S. Distrito Cromítico do Vale do Jacurici. *32º Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 3, 44-52, 1982.

DIAS, J. R. V. P. et al. Impressão regional de picos metamórficos de alto grau em zircões do Complexo máfico-ultramáfico Jacurici, Cráton do São Francisco, Brasil. *Revista Brasileira de Geologia*, v. 52, n. 1, 2021.

EALLES, H. V. Implicações do balanço de cromo do Membro Ocidental do Complexo Bushveld. *South African Journal of Geology*, v. 103, 141-150, 2000.

FERREIRA-FILHO, C. F. Cromititos associados a complexos lamelares no Brasil: testando modelos genéticos "one-fit-all". *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 74, n. 3, 554-554, 2002.

FIGUEIREDO, A. N. Depósitos de cromita de Goiás e Campo Formoso (BA) – diagnóstico e análise comparativa. *Revista Brasileira de Geologia*, v. 7, n. 1, pág. 73-83, 1977.

FRIEDRICH, B.M.; Marques, J.C; Olivo, G. R.; Frantz, J.C.; Alegria, B.; Queiroz, J. A. Q.; Petrogênese da camada maciça de cromita do Complexo Jacurici, Brasil: evidências de inclusões em cromita. *Mineralium Deposita*, v. 55, n. 6, 1105-1126, 2019.

IRVINE, T. N. Origem das camadas de cromitito na intrusão Muskox e outras intrusões estratiformes: uma nova interpretação. *Geologia*, v. 5, n. 5, 273, 1977.

JACKSON, E. D. Texturas primárias e associações minerais na zona ultramáfica do Complexo Stillwater, Montana. U.S. Geological Survey, Professional Papers 358, 106. 1961.

JACKSON, E. D. Variação estratigráfica e lateral da composição de cromita no Complexo Stillwater. Documento Especial da Sociedade Mineralógica da América, v. 1, 46-54. 1963.

KOSIN, M.; De Mello, R. C.; De Souza, J. D.; De Oliveira, A. P.; Carvalho, M.J.; Leite, C. M. Geologia do trecho norte do orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá e guia turístico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33, n. 1, 15–26, 2003.

LIMA TM; Neves C.A.R. (coordenadas). Sumário Mineral 2015. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), v. 35, 135 p. ISSN: 01012053. 2016.

LIMA, J. M. G. Produto 12: minério de cromo. Relatório Técnico 21: Perfil da Mineração de Cromo. Contrato nº 48000.003155/2007-17: desenvolvimento de estudos para a elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de geologia, mineração e transformação mineral. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD. agosto de 2009.

LIPIN, B. R. Aumentos de pressão, a formação de veios de cromita e o desenvolvimento da série ultramáfica no Complexo Stillwater, Montana. *Journal of Petrology*, v. 34, n. 5, 955-976, 1993.

MACHADO N., Noce C. M., Ladeira E. A., Belo de Oliveira O. A. U-Pb geocronologia de magmatismo arqueano e metamorfismo proterozóico no Quadrilátero Ferrífero, sul do Cráton do São Francisco, Brasil. *Boletim Americano da Sociedade Geológica*, v. 104, n. 9, 1221-1227, 1992.

MARINHO, M. M., Rocha, G. F., Deus, P. B., Viana, J. S. Geologia e potencial cromítico do Vale do Jacurici-Bahia. 34º Congresso Brasileiro de Geologia, 2074-2088, 1986.

MARQUES, J.C.; Filho, C. F. F. A jazida de cromita da soleira Ipueira-Medrado, Cráton São Francisco, Bahia, Brasil. *Geologia Econômica*, v. 98, n. 1, 87-108, 2003.

MOORES, E. M. Uma história pessoal do conceito de ofiolito. *Documentos especiais Geological Society of America*, 17-30, 2003.

NOCE, C. M.; Machado, N.; Teixeira, W. U-Pb Geocronologia de gnaisses e granitóides no Quadrilátero Ferrífero (sul do Cráton do São Francisco): restrições de idade para magmatismo e metamorfismo arqueano e paleoproterozóico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 1, 95-102, 1998.

OLIVEIRA, R.C.L.M; Neves, J.P; Pereira, L.H.M; MACÊDO, L. L. Mota, E. L.; Santiago, R. C. Teixeira, L. R. Folha SC.24-Y-B-II Andorinha: carta geológica - escala 1:100.000. Salvador: CPRM, 1 mapa, color. Escala 1:100.000, 2016.

SAMPAIO, J.A.; ANDRADE, M. C.; PAIVA, PAIVA, P. R. P. Chromita. In: Adão Benvindo da Luz e Fernando Freitas Lins. (Org.). *Rochas e Minerais Industriais* 2ª ed. Rio de Janeiro: CETEM, p. 403-426, 2005.

SILVEIRA, C.J.S.; Frantz, J.C.; Marques, J.C.; Queiroz, W.J.A.; Roos, S.; Peixoto, V. M. Geocronologia U-Pb em zircônio de rochas intrusivas e embasamento na região do Vale do Jacurici, Cráton do São Francisco, Bahia. *Revista Brasileira de Geologia*, v. 45, no. 3, 453–474, 2015.

STOWE, C. W. Composições e configurações tectônicas de depósitos de cromita ao longo do tempo. *Geologia Econômica*, v. 89, n. 3, 528–546, 1994.

TEIXEIRA W.; Sabaté J.P.; Barbosa J.; Noce C.M.; Carneiro A. M. Evolução tectônica Arqueana e Paleoproterozóica do Cráton do São Francisco. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Org.). *Evolução Tectônica da América do Sul*. Rio de Janeiro: 31º Congresso Internacional de Geologia, p. 101-138, 2000.

THAYER, T.P.; Jackson, E. D. Uma classificação de rochas ígneas por sua história de cristalização e colocação. *U.S. Geology*, 79-83, 1972.

---

VOORDOUW, R.; Gutzmer, J.; Beukes, N. J. Origem intrusiva para camadas de cromitito estratiforme do Grupo Superior (UG1, UG2) na área do Rio Dwars, Complexo Bushveld, África do Sul. *Mineralogia e Petrologia*, v. 97, n. 1-2, 75-94, 2009.