



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE CROMITITOS DO COMPLEXO
MÁFICO ULTRAMÁFICO BACURI, AMAPÁ**

Filipe Guimarães Ribeiro

MONOGRAFIA nº 465

Ouro Preto, dezembro de 2022

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE CROMITITOS DO
COMPLEXO MÁFICO ULTRAMÁFICO BACURI, AMAPÁ**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Dr.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. José Alberto Naves Cocota Júnior

Vice-Diretor

Prof. Dr. Cláudio Eduardo Lana

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Geraldo Magela Santos Sampaio

MONOGRAFIA

Nº 465

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE CROMITITOS DO COMPLEXO MÁFICO ULTRAMÁFICO BACURI, AMAPÁ

Filipe Guimarães Ribeiro

Orientador

Prof. Dr. Lucas Pereira Leão

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 402, ano 2022/1.

OURO PRETO

2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

R484c Ribeiro, Filipe Guimarães.
Caracterização química de cromititos do complexo máfico ultramáfico
Bacuri, Amapá. [manuscrito] / Filipe Guimarães Ribeiro. - 2023.
85 f.: il.: color., gráf., tab., mapa. + Quadro.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Pereira Leão.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola
de Minas. Graduação em Engenharia Geológica .

1. Geoquímica. 2. Cromititos. 3. Complexo máfico-ultramáfico. I. Leão,
Lucas Pereira. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 550.4:552.3

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



FOLHA DE APROVAÇÃO

Filipe Guimarães Ribeiro

Caracterização química de cromititos do complexo máfico e ultramáfico Bacuri, Amapá

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Geológica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Geólogo

Aprovada em 20 de janeiro de 2023

Membros da banca

Dr. Lucas Pereira Leão - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Ms. Flávia Compassi da Costa - Universidade Federal de Ouro Preto
Ms. Brenner Otávio Luiz Ribeiro - Universidade Federal de Ouro Preto

Lucas Pereira Leão, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 15/02/2023



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Pereira Leão, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/02/2023, às 09:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0475429** e o código CRC **CD2C3D1F**.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à minha mãe Lêda e ao meu pai Luiz por todo incentivo, paciência e apoio durante essa longa jornada, que desde meu nascimento não mediram esforços para proporcionar tudo de melhor na minha vida. À minha irmã Aline, ao meu padrinho Otacílio, à minha madrinha Joana, à tia Loyde e a todos das famílias Guimarães e Ribeiro, sempre juntos por todos os anos.

À Universidade Halle-Witenberg, Iaeste e a professora Cornelia pela oportunidade de estágio e aprendizados no exterior. Ao pessoal do ICMBIO de Rio Acima, em especial ao Tarcísio e Priscila pelo estágio no Parque do Gandarela, que me proporcionou um forte aprendizado na área de Geoprocessamento. Ao Farid pela oportunidade de trabalho na Mineração Vila Nova no Amapá, laboratório a céu aberto na área de Geologia. Ao professor Lucas Leão pela excelente orientação para confecção deste trabalho, bem como todos os ensinamentos proporcionados.

Por fim à grandiosa República Formigueiro, ex alunos e moradores, que fizeram parte dos melhores anos da minha vida, além das repúblicas amigas e a todos que fizeram parte da minha jornada em Ouro Preto. Aos amigos da Geologia 12.2 (Geogalera), turma de Belo Horizonte e Itabira por todas as curriolas.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ix
SUMÁRIO	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE QUADROS	xvii
RESUMO	xix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO	1
1.3 OBJETIVOS	3
1.4 JUSTIFICATIVA	3
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	3
1.5.1 Revisão bibliográfica	3
1.5.2 Coleta de amostras	4
1.5.3 Análise das amostras	5
1.5.4 Atividades de escritório	5
1.5.5 Análises estatísticas	6
2 GEOLOGIA REGIONAL	7
2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOTECTÔNICO	7
2.2 PROVÍNCIA MARONI-ITACAIÚNAS	8
2.3 BLOCO AMAPÁ	11
2.4 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	13
2.4.1 Complexo Guianense	14
2.4.2 Complexo Máfico-Ultramáfico Bacuri	14
2.4.3 Grupo Vila Nova	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 COMPLEXOS MÁFICOS E ULTRAMÁFICOS E OCORRÊNCIAS DOS DEPÓSITOS DE CROMO	19
3.2 DEPÓSITOS PODIFORMES	20
3.3 DEPÓSITOS ESTRATIFORMES	22
3.4 ASPECTOS MINERALÓGICOS DA CROMITA	23
3.5 HISTÓRICO DO DEPÓSITO DE CROMO DO COMPLEXO MÁFICO ULTRAMÁFICO BACURI	27

3.6 PANORAMA ECONÔMICO DO CROMO.....	28
3.7 MÉTODOS DE KRIGAGEM E MODELAGEM DE CROMITITOS.....	29
4 CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA.....	31
4.1 CROMITITO	31
4.2 TREMOLITA SERPENTINITO.....	32
5 GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS MAIORES.....	33
5.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA.....	33
5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA BIVARIÁVEL	38
5.3 DIAGRAMAS DE CORRELAÇÃO EM PROFUNDIDADE.....	42
6 MODELAGEM DE CROMITITO.....	45
7 DISCUSSÕES.....	51
8 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÊNDICE(S).....	61

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo e seus respectivos acessos.....	2
Figura 1.2 - Localização dos furos de sondagem	5
Figura 2.1 - Províncias Geocronológicas do Cráton do Amazonas.....	8
Figura 2.2 - Bloco Amapá e o Cráton Amazônico....	10
Figura 2.3 - Mapa Litoestratigráfico do Bloco Amapá e do Estado do Amapá.....	12
Figura 2.4 – Mapa Geológico simplificado da área de estudo.....	14
Figura 2.5 - Estratigrafia do Complexo Acamadado Máfico Ultramáfico Bacuri	16
Figura 3.1 - Sequência esquemática de um complexo ofiolítico.....	21
Figura 4.1 - Amostra de cromitito encontrado na porção SW da área de estudo.....	31
Figura 4.2 - Amostra de tremolita-serpentinó encontrado na porção NW da área de estudo	32
Figura 5.1 - Boxplot com as estatísticas de Cr ₂ O ₃ para os cromititos.....	34
Figura 5.2 - Boxplot com as estatísticas de FeO para os cromititos	35
Figura 5.3 - Boxplot com as estatísticas de SiO ₂ para os cromititos.....	36
Figura 5.4 - Boxplot com as estatísticas de Al ₂ O ₃ para os cromititos.....	37
Figura 5.5 - Boxplot com as estatísticas de MnO para os cromititos.....	37
Figura 5.6 - Correlação de Pearson para Cr ₂ O ₃ e FeO	38
Figura 5.7 - Correlação de Pearson para Cr ₂ O ₃ e SiO ₂	39
Figura 5.8 - Correlação de Pearson para Cr ₂ O ₃ e Al ₂ O ₃	40
Figura 5.9 - Correlação de Pearson para Cr ₂ O ₃ e MnO.....	41
Figura 5.10 - Correlação de Pearson para FeO e Al ₂ O ₃	41
Figura 5.11 - Gráfico de dispersão Cr / (Cr + Al) para amostras de cromitito.....	42
Figura 5.12 - Gráfico de dispersão Fe / Fe + Cr + Al para amostras de cromitito.....	43
Figura 6.1 - Distribuição dos corpos de cromitito em planta.	45
Figura 6.2 - Distribuição dos corpos de cromitito em perfil e a relação com os furos de sondagem.....	46
Figura 6.3 - Pontos no depósito em que o teor de Al ₂ O ₃ é maior que os demais óxidos analisados	47
Figura 6.4 - Pontos no depósito em que o teor de FeO é maior que os demais óxidos analisados.	48
Figura 6.5 - Pontos no depósito em que o teor de SiO ₂ é maior que os demais elementos maiores analisados.....	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 5.1 - Estatísticas Básicas para os cromititos.....	33
Tabela 5.2 - Correlações de Perason para os cromititos.....	38

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Unidades e mineralizações associadas na área de estudo.	13
Quadro 3.1 - Principais diferenças entre os depósitos estratiformes e podiformes.....	24
Quadro 3.2 - Concentração média do cromo e das composições associadas em depósitos estratiformes e podiformes.	25
Quadro 3.3 - Série dos espinélios.....	26
Quadro 3.4 – Parâmetros químicos de comercialização de concentrado de minério de cromita, em porcentagem.	29
Quadro 7.1 - Comparação dos tipos de depósitos com a área estudada.....	52

Resumo

O Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri é marcado pela presença de corpos de Cromitito, ora por intercalação de camadas ora por Cromititos maciços na zona ultramáfica, apresentando potencial econômico para exploração. A partir desse trabalho pretende-se determinar a composição química de elementos maiores dos cromititos da área estudada, para determinação do interesse econômico, com a avaliação das associações geoquímicas representativas e análises estatísticas para melhor compreensão da área estudada. Nesse sentido, o presente trabalho pode ser uma fonte importante para compreensão geológica da região, já que a determinação dos elementos maiores e sua distribuição em subsuperfície podem indicar o caráter estratiforme do depósito estudado, bem como no auxílio na determinação do produto de minério de cromo a ser beneficiado. Foram produzidos gráficos e *boxplots* com estatísticas descritivas de teores dos elementos maiores Cr_2O_3 , FeO , SiO_2 , Al_2O_3 e MnO , indicando forte correlação linear positiva do Cr_2O_3 com o FeO e forte correlação linear negativa do Cr_2O_3 e o Al_2O_3 . Além disso, demonstra-se a partir da técnica de Krigagem Ordinária a localização dos corpos em profundidade, o que é um fator importante para extração do minério e, por conseguinte, desenvolvimento econômico da região. O estudo das análises estatísticas em conjunto com a modelagem geológica dos corpos de cromitito permitiram indicar que a área analisada possui intercalação de cromititos com outras litologias, podendo fazer parte da Zona Ultramáfica do Complexo. Identificou-se um alto teor de alumínio nas porções mais superficiais, o que pode ser explicada pela intercalação dos cromititos com tremolita-serpentinitos, com enriquecimento em alumínio e ferro por lixiviação dos elementos de maior mobilidade. Por fim, pode-se dizer que a comercialização do minério da área estudada é mais indicada para as indústrias químicas e de refratários, não sendo ideal para a indústria metalúrgica.

Palavras chave: Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, cromititos, geoquímica, interesse econômico.

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O Complexo Máfico e Ultramáfico Bacuri hospeda depósitos de cromititos, representando uma importante fonte de geração de riqueza para o Estado do Amapá para exploração do minério de cromo. Apesar da sua grande importância, poucos estudos foram realizados na área e existem várias dúvidas a respeito dos processos geológicos e das unidades geológicas de interesse econômico (Pimentel *et al.*, 2002).

A região de estudo situa-se na porção nordeste do Cráton Amazônico, na Província Geológica Maroni – Itacaiúnas, na cidade de Mazagão, porção centro sul do Estado do Amapá. Segundo Costa (1987) o Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri é litologicamente representado por metadunitos, metaperidotitos, cromititos e metagabros, de idade Paleoproterozóica. Spier e Ferreira Filho (2001) destacam a natureza estratiforme dos depósitos, com metamorfismo regional de fácies anfibolito associado ao Ciclo Transamazônico.

Os grãos de cromita são euédricos e uniformes, sendo que o minério é laterítico, friável e compacto. O tipo de depósito identificado por Spier e Ferreira Filho (2001) é de complexos acamadados, sendo que os cromititos da região de estudo se assemelham mineralogicamente aos encontrados em Bushveld, na África do Sul. Spier e Ferreira Filho (1999)

Devido à escassez de estudos, a importância econômica e a necessidade de ampliação dos conhecimentos na área, esse trabalho tem como objetivo principal a determinação da composição química dos elementos maiores dos cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, como forma de determinar o potencial econômico e para indicar a respectiva unidade geológica associada a fonte de recursos

1.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo está situada no distrito Santa Maria do Vila Nova, na cidade de Mazagão, porção centro sul do estado do Amapá. O acesso ao local pode ser feito pela capital Macapá, ao sentido norte da BR-156, até a cidade de Porto Grande, por aproximadamente 112 quilômetros. A partir desse ponto deve-se acessar a BR-210, no sentido Oeste, por cerca de 50 quilômetros, até o município Cupixi. Em seguida deve-se acessar uma estrada de rodagem local,

pele sentido Sul, por cerca de 31 quilômetros, até a chegada a área de estudo, como mostrado no mapa abaixo (Fig. 1.1).



Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo e seus respectivos acessos. Feito a partir da base de dados do IBGE (2012)

1.3 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Determinar a composição química dos elementos maiores em amostras compostas de cromititos do Complexo Máfico – Ultramáfico Bacuri, para indicar as unidades geológicas de interesse econômico, avaliar as associações geoquímicas representativas e compreender a distribuição de corpos de minério em profundidade

Objetivos específicos:

- a) Analisar a correlação de elementos maiores com o Cr₂O₃ para determinar as associações geoquímicas representativas;
- b) Fazer a modelagem em 3D dos furos de sonda para entender a distribuição dos corpos em profundidade;
- c) Analisar estatisticamente as amostras representativas para avaliar o potencial econômico.

1.4 JUSTIFICATIVA

O Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri é reconhecido pela riqueza e diversidade de reservas minerais, como o cromo, ferro, ouro e EGP's, representando uma importante fonte de recursos econômicos para o Estado do Amapá. Devido à escassez de pesquisas direcionadas a caracterização química de cromititos do Complexo Bacuri, a alta do preço do minério de cromo no mercado internacional e a crescente atividade minerária em rochas do Complexo Bacuri, pode-se justificar a realização do presente trabalho. A partir desse estudo espera-se a melhor compreensão da composição química dos cromititos da região, conhecendo melhor as unidades geológicas do Complexo Bacuri e suas respectivas associações geoquímicas.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado conforme os itens descritos a seguir.

1.5.1 Revisão bibliográfica

A primeira etapa da pesquisa bibliográfica foi realizada para contextualizar geologicamente a área de estudo. Foram consultados teses, dissertações e artigos, com o intuito de ajudar a interpretar os dados obtidos. As principais fontes de consulta para realização desse

trabalho foram os artigos “*The Chromite Deposits of the Bacuri Mafic-Ultramafic Layered Complex, Guyana Shield, Amapá State, Brazil*” Spier e Ferreira Filho (2001) e “ESTUDO Sm-Nd DO COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO BACURI, AMAPÁ: IDADE DA INTRUSÃO, METAMORFISMO E NATUREZA DO MAGMA ORIGINAL Pimentel et al 2002. Os trabalhos citados anteriormente foram importantes para o compreender a geologia da área trabalhada, além de ser base para a realização desse trabalho. Realizou-se também a leitura de teses, dissertações e artigos que contribuíram para compreender a geologia regional, a geofísica e as características químicas dos cromititos.

1.5.2 Coleta de amostras

Foram coletadas 523 amostras em 125 furos feitos por uma perfuratriz rotopercurssiva pneumática da marca Atlas Copco e modelo ROC 601. A perfuração foi feita em um intervalo de 3 metros, com um alcance máximo de 30 metros por furo, a depender de fatores reológicos. As amostras foram denominadas com o prefixo FP (abreviação para Furo de perfuratriz), seguidos pelo número do furo, prefixo AM (abreviação de Amostras) e o intervalo de perfuração. Os pontos foram marcados por GPS da marca Garmin e modelo 64SX, com cada marcação sendo realizada no momento do furo. O saco da amostra possuía a dimensão de 12 x 30 centímetros e foram coletados aproximadamente 1 quilograma por amostra. A localização dos furos pode ser vista no mapa abaixo.

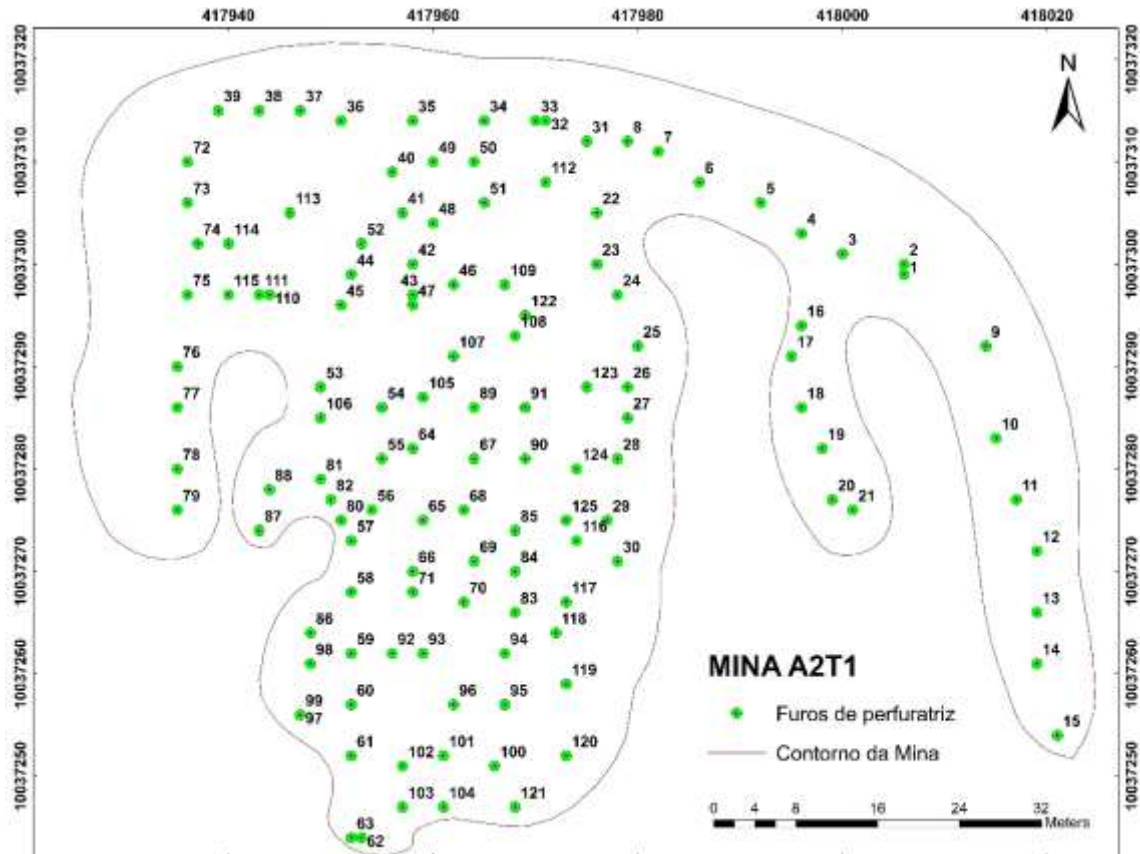


Figura 1.2 – Localização dos furos de sondagem.

1.5.3 Análise das amostras

As amostras de cromitos maciços, friáveis e laterizadas coletadas foram analisadas no laboratório da empresa Mineração Vila Nova, pelo método de espectrometria por Fluorescência de Raios-X (FRX) em um aparelho da marca Panalytical e modelo Minipal 4. Esse método realiza a análise de elementos químicos de sódio a urânio, detectando o percentual dos seguintes óxidos: Cr_2O_3 ; Fe; SiO_2 ; Al_2O_3 ; MnO, ou seja, os elementos maiores. As amostras foram secadas em estufa em uma temperatura de 110°C , quarteadas em um quarteador de amostras do tipo Jones, moídas a seco em um moinho de barras e peneiradas por uma peneira Mesh 200 com abertura de 0,074 milímetros. O material passante foi prensado em uma prensa hidráulica, com as pastilhas de 40 milímetros de altura e 40 milímetros de diâmetro. Os resultados foram gerados pelo software Omnia XRF Analysis.

1.5.4 Atividades de escritório

As atividades de escritório consistiram em:

- Consulta bibliográfica;

- Elaboração do mapa de localização e vias de acesso a partir do programa Arcgis 10.3.1;
- Elaboração do mapa de localização dos furos de sondagem a partir do programa Arcgis 10.3.1;
- Confecção da tabela de concentração de óxidos;
- Elaboração da parte escrita do Trabalho de conclusão de curso.

1.5.5 Análises estatísticas

As amostras analisadas por FRX necessitam de análises estatísticas básicas e multiderivadas, para que os dados sejam distribuídos de forma correta. Para as estatísticas básicas, foram utilizados os parâmetros: média, mediana, média geométrica, valores máximo e mínimo, assimetria, desvio padrão e os percentis (25%,50% e 75%). A partir dessa etapa, foram gerados gráficos como histograma, “*Q-Q plots*”, densidade de pontos e “*boxplots*”.

Já para as multivariáveis, foram utilizadas outras técnicas, devido a presença de variáveis aleatórias e individualizadas. Nesse sentido, a correlação de dados foi feita por programas como “*Excel*”, “*Statistica*” e “*MiniTab*”, gerando os dados de componentes principais (PCA).

A partir dos dados obtidos nas etapas anteriores, foram gerados modelos 3D baseados nos teores dos elementos maiores. Para isso, foram utilizados os programas “*Arcgis 10.1.1*” e “*Vulcan 10.1.1*”, aplicando-se a técnica de interpolação por Krigagem ordinária.

2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOTECTÔNICO

O Complexo Máfico - Ultramáfico Bacuri está situado na porção Nordeste do Cráton Amazônico, na porção sudeste do Escudo das Guianas. Teixeira et al. (1989) relataram que o Cráton Amazônico é composto pelos escudos Guaporé e Guiana, sendo que seu embasamento constitui a Plataforma Sul Americana, com a Bacia Sedimentar Amazônica, que recobre uma porção considerável de sua área. Conforme as concepções de (Cordani et al. 1979; Cordani & Neves 1982; Santos et al., 2000; Tassinari & Macambira 2004; Rosa-Costa et al., 2006), o embasamento do Cráton Amazônico é constituído por um núcleo de idade arqueana que é envolvido por acreção de arcos de ilha vulcânicas do Paleoproterozóico e Mesoproterozoico, direcionadas a NW-SE.

Tassinari & Macambira (1999) definiram, a partir da composição isotópica de Sr, Pb e Nd de rochas ígneas e ortognaisses, a divisão do Cráton Amazônico em províncias tectônicas-geocronológicas, denominadas como Amazônia Central (>2,3 Ga), Maroni-Itacaiúnas (2,2 – 1,95 Ga), Ventuari-Tapajós (1,95-1,80 Ga), Rio Negro Jurema (1,8 – 1,55 Ga), Rondoniana – San Ignácio (1,55 – 1,3 Ga) e Sunsás (1,3 – 1,10 Ga), como representado na Figura 2.1.

A evolução do Cráton Amazônico é iniciada no Arqueano, com a formação de complexos granito-gnáissicos e sequências metavulcanossedimentares do tipo *greenstone belt*, A evolução do terreno ocorreu até o Proterozoico, sendo que a acreção da crosta foi marcada por intrusões magmáticas e faixas móveis que se colidiram (Cordani et al., 1979; Cordani & Brito Neves, 1982; Teixeira et al., 1989; Tassinari, 1996; Tassinari et al., 2000; Tassinari & Macambira, 2004).

Tassinari & Macambira (2004) indicam que no arqueano existiam microcontinentes independentes da Província Amazônia Central. Entre 2,2 Ga e 1,95 Ga cinturões orogênicos deram origem a parte das províncias Maroni-Itacaiúnas e Rondoniana, que em 1,95 Ga e 1,4 Ga foram preenchidas por acreção de magmas juvenis. Nesse mesmo processo surgiram as províncias Ventuari e Rio Negro, que também são associadas ao processo de retrabalhamento crustal.

Como o foco do trabalho são as unidades de potencial econômico do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, será dado destaque inicialmente nesse capítulo de geologia regional a Província Geocronológica Maroni-Itacaiúnas, a qual a área de estudo faz parte.

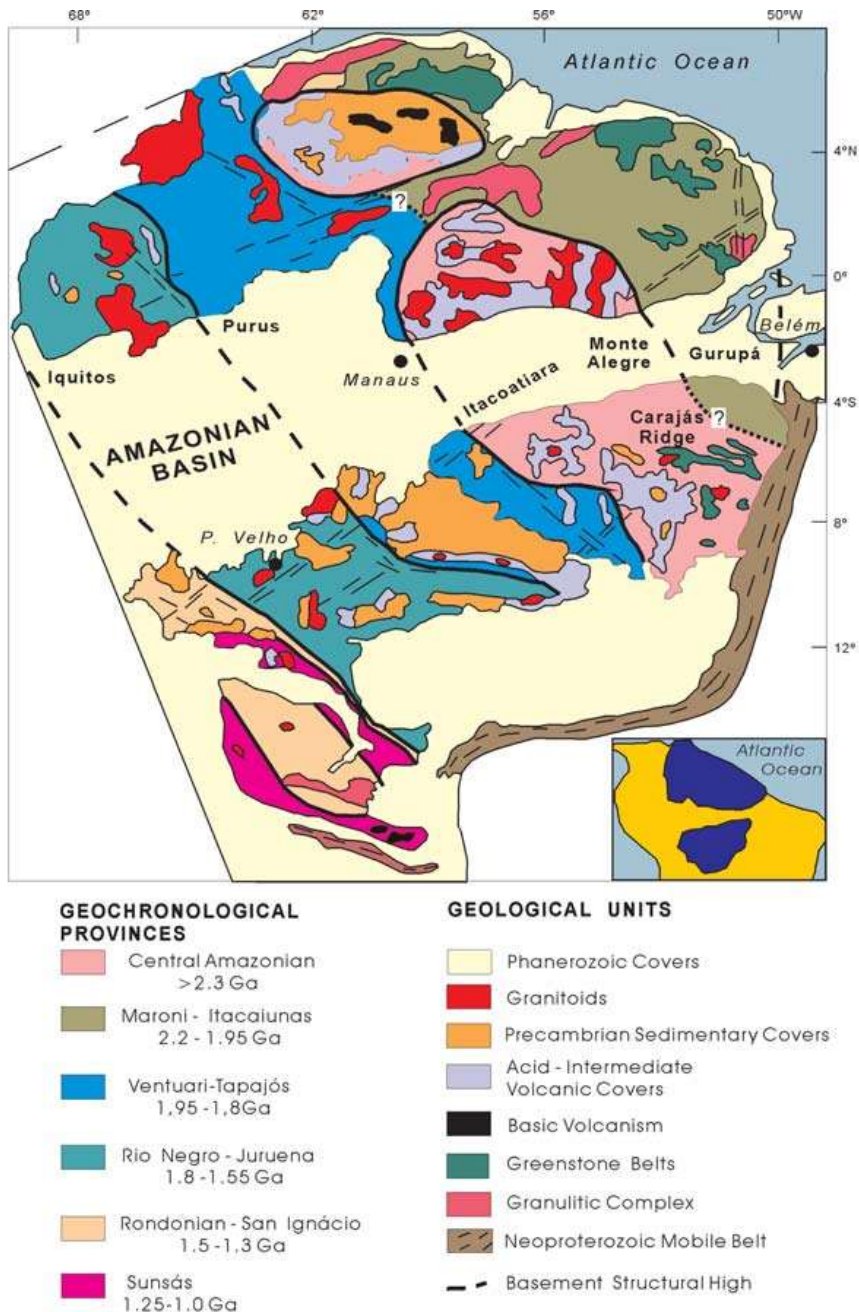


Figura 2.1 – Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico. (Tassinari & Macambira 1999)

2.2 PROVÍNCIA MARONI – ITACAIÚNAS

A Província Maroni – Itacaiúnas estende-se desde a Venezuela, passando pela Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Roraima, Amapá e Pará. Essa Província é composta por uma parte significativa das rochas Supracrustais do Cráton Amazônico, com o embasamento constituído

por Complexos granito-gnáissicos e com núcleo granulítico de idade Arqueana, sendo circundados por uma sequência metavulcanossedimentar do paleoproterozoico (Teixeira et al., 1989; Tassinari, 1996; Tassinari et al., 2000). De acordo com Tassinari (1996), a evolução metamórfica da Província ocorreu durante a orogenia Transamazônica, entre 2,15 e 1,95 Ga, com a sequência vulcanossedimentar metamorfisada nas fácies xisto verde a anfíbolito.

, A Província Maroni-Itacaiúnas pode ser dividida em cinco unidades tectônicas, conhecidas por Bloco Amapá, Domínio Bacajá, Domínio Lourenço, Domínio Carecuru e Domínio Santana do Araguaia, representadas na Figura 2.2 abaixo (Ricci et al., 2001; Santos, 2003; Rosa-Costa et al., 2006; Macambira et al., 2007; Vasquez e Rosa-Costa, 2006). A região de estudo está localizada no Bloco Amapá, como representado na figura 2.2 e que será destacada de forma mais detalhada no capítulo 2.3.

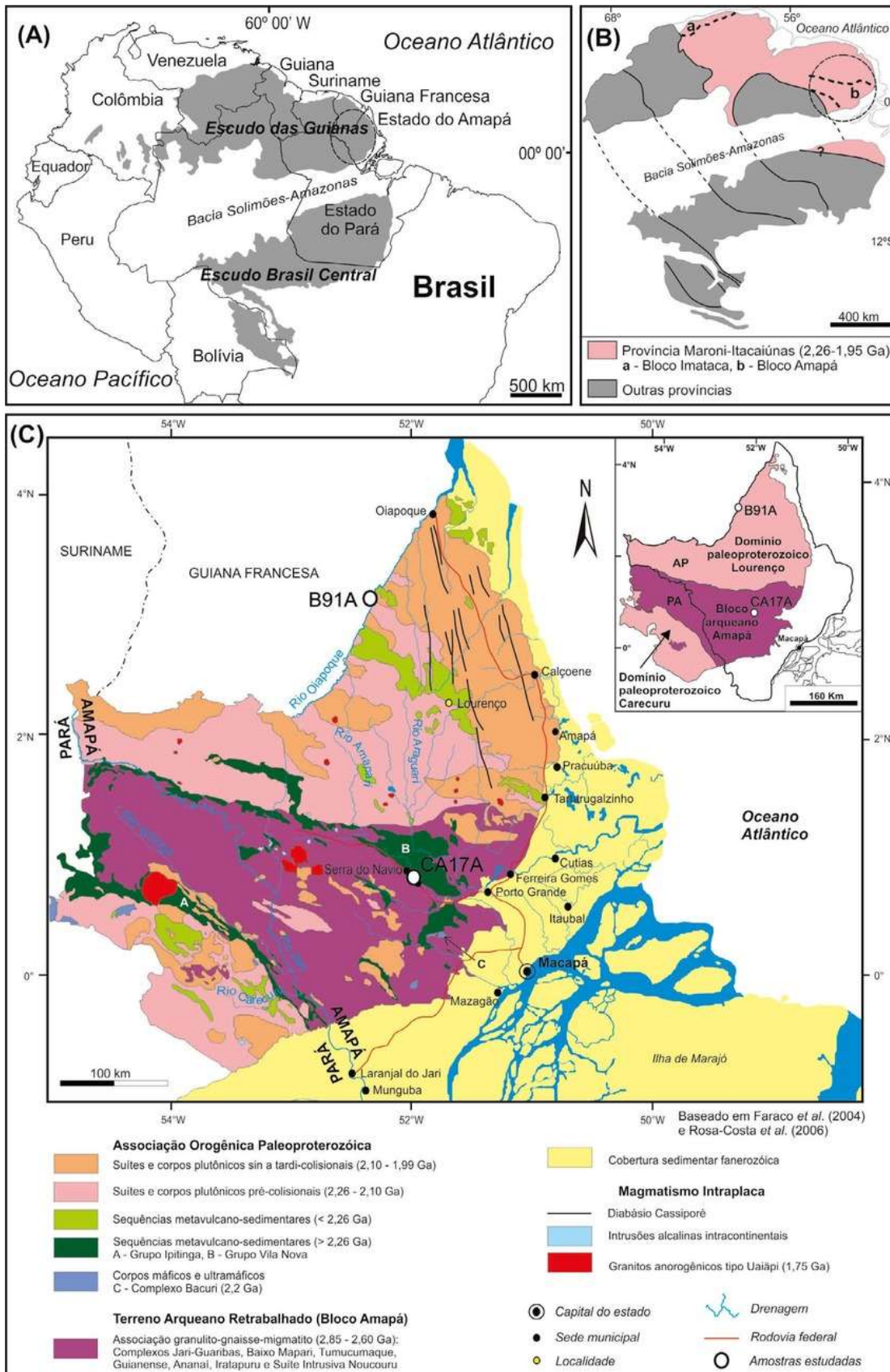


Figura 2.2 – Bloco Amapá e o Cráton Amazônico. Rosa-Costa et. al. (2014)

2.3 BLOCO AMAPÁ

De acordo com Rosa-Costa (2006), O Bloco Amapá integra grande parte da Província Maroni-Itacaiúnas, que abrange diversas unidades geológicas de grande parte do Estado do Amapá, podendo ser visualizado nas Figuras 2.1 e 2.2.

Ricci et al (2011) definiram o embasamento do Bloco Amapá como uma associação granulito-gnaiss-migmatito, em Complexos Metamórficos Guianense, Tumucunaque, Baixo-Mapari e Jari-Guaribas, com metamorfismo de fácies anfibolito à granulito.

McReath e Faraco (2006) estabeleceram que os *Greenstone Belts* do Ciclo Transamazônico são representados pelos mafitos e ultramafitos do Complexo Bacuri e rochas metavulcanossedimentares do Grupo Vila Nova. As unidades anteriormente citadas e os granitóides passaram por metamorfismo de baixo a médio grau, embora tenham sido formados ortognaisses de alto grau metamórfico a 2,1 Ga.

Após a ocorrência do evento Transamazônico, ainda no Paleoproterozóico, houve intrusões alcalinas intraplaca datados de 1,9 Ga, fazendo parte da Suíte Amapari. Nesse mesmo contexto formaram-se vulcanitos félsicos, granitoides e mafitos. Existem registros de intrusões alcalinas félsicas a ultramáficas no Mesozoico (Vasquez 2006) e (Rosa-Costa, 2006)

Os estudos relacionados as questões estruturais do Bloco Amapá são escassas. Entretanto Hasui (2012) relata que as rochas do Arqueano e do Paleoproterozóico são alongadas e foliadas a N35W, de inflexão N75W, geradas por tectônica de cavalgamento e foi modificada por transcorrência dúctil na direção próxima a N50W.

A Figura 2.3 destaca as principais Unidades Litoestratigráficas que integram a área de estudo. Nesse sentido, o item 2.3 do capítulo de Geologia Regional dará destaque a essas Unidades.

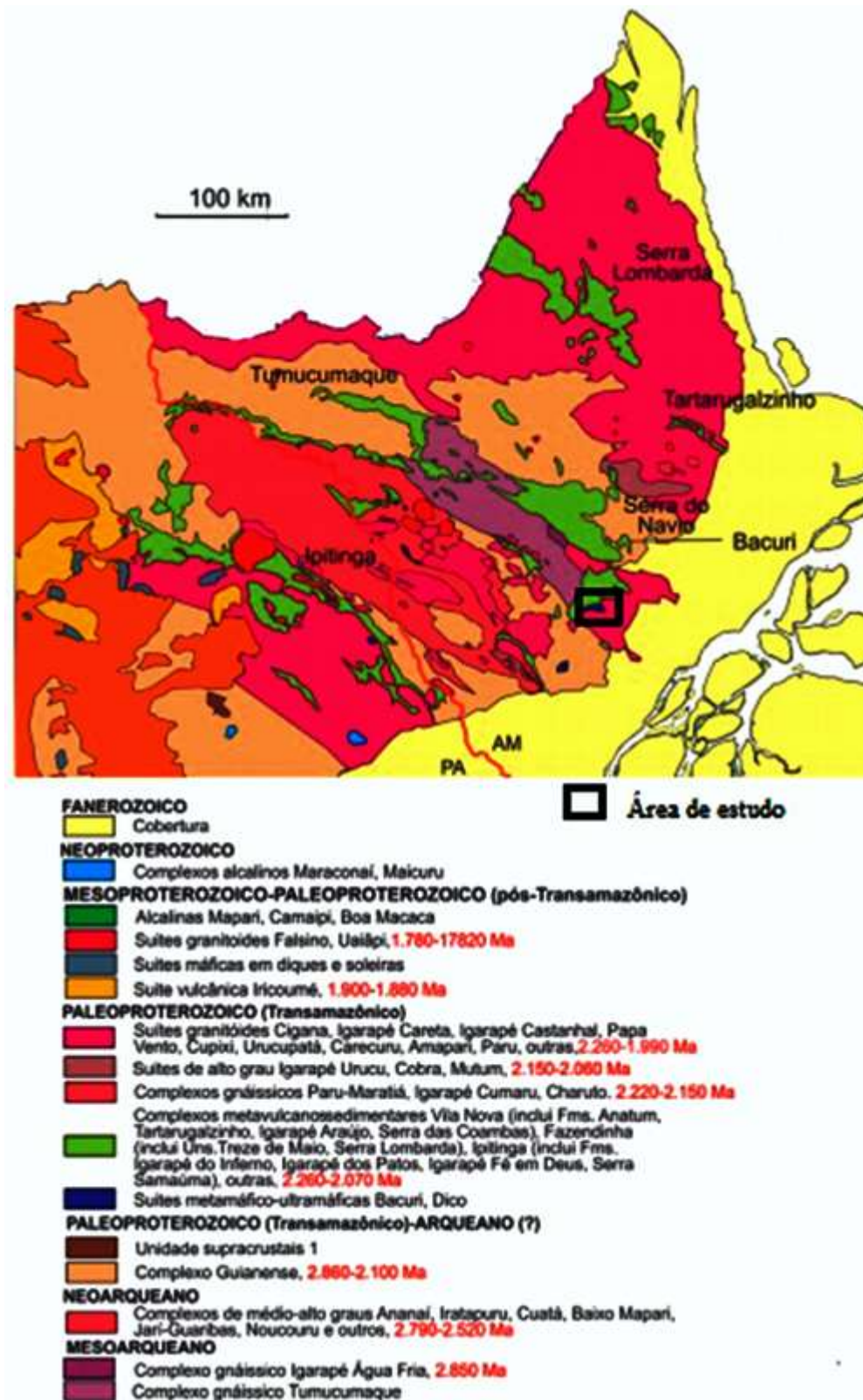


Figura 2.3 – Mapa litoestratigráfico do Bloco Amapá e do Estado do Amapá. Retirado de Hasui et al (2012), Simplif. De Faraco et al. (2004), Bahia et al. (2004), Vasquez et al. (2008).

2.4 UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

Na região de estudo, são identificados o Complexo cristalino do embasamento, o Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, o Grupo Vila Nova, as intrusões ácidas e básicas e a sedimentação quaternária, como representado no quadro 2.1 abaixo (Costa, 1987). O mesmo autor destaca que o embasamento cristalino arqueano é anterior a 2,6 Ga. Posteriormente, a partir de um magmatismo ultramáfico, surgiram as rochas do Complexo máfico-ultramáfico Bacuri, até aproximadamente 2,1 Ga. Em um contexto de bacia convergente, foi depositada a sequência metavulcanossedimentar do grupo Vila Nova, até 1,9 Ga. Após o fechamento da bacia, no evento Transamazônico, houve acreção de fragmentos de crosta arqueana continental, com geração de estruturas NW-SE e metamorfismo das rochas em fácies anfibólito. No Neoproterozóico, até 700 Ma, ocorreu a intrusão de rochas intrusivas ácidas, seguidas pela intrusão de rochas básicas entre o período de 250 Ma e 180 Ma.

Quadro 2.1 - Unidades e mineralizações associadas da área de estudo. Modificado de Costa (1987).

Período	Unidade	Litologia	Associação Mineral
Quaternário	Sedimentos recentes	Laterita, alúvio e colúvio	
Permiano-Triássico (180-250)Ma	Intrusivas básicas	Diabásio e Gabro	Ta, Nb
Neoproterozóico (700-900)Ma	Intrusivas ácidas	Granitos, veios de quartzo e Greisens	Au, Fe
Mesoproterozóico (1900-2100)Ma	Grupo Vila Nova	Quartzito, Xisto, Metaconglomerado, Itabirito, Hematita FFB, Metachert	Cr
Paleoproterozóico (2100-2600)Ma	Complexo máfico-ultramáfico Bacuri	Metadunito, Metaperidotito, Cromitito e Metagabro	
Arqueano (>2600)	Complexo cristalino	Biotita gnaisse, Hornblenda gnaisse, Microaugen gnaisse, Granitos anatóticos	

A representação dessas unidades pode ser vista no mapa geológico simplificado da área de estudo pela figura 2.4 abaixo. Nos próximos tópicos serão descritas as unidades litoestratigráficas estudadas.

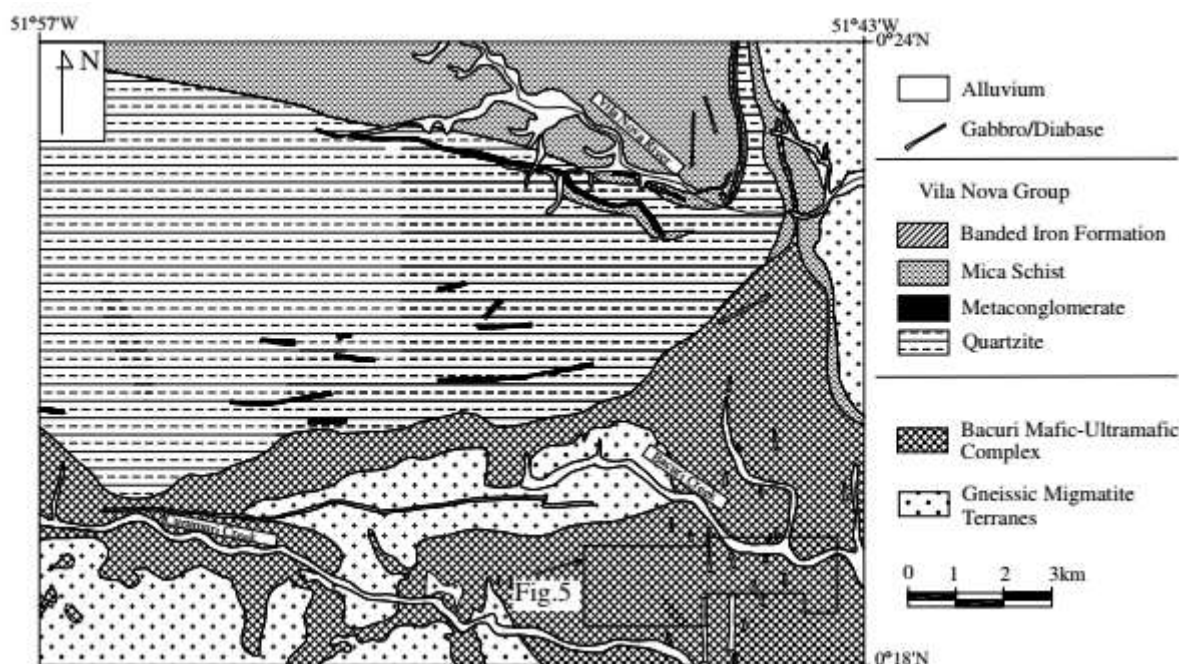


Figura 2.4 – Mapa Geológico simplificado da área de estudo. (Spier e Ferreira Filho, 2001).

2.4.1 Complexo Guianense

Lima et al (1974) define que o embasamento da região é denominado de Complexo Guianense, de litologias gnáissicas, migmatíticas, tonalíticas e granulíticas, sendo então caracterizado pelo alto grau metamórfico e associações intrusivas. João et al (1978) ressalta que essas rochas são resultado dos processos de anatexia e migmatização, originadas de orto e parametamorfismo de fácies anfibolito a granulito. Nesse contexto as rochas que afloram são gnaisses, anfibolitos, migmatitos, granitos, augita-diorito, diorito, aplitos, sienogranitos e tonalitos, de idade Arqueana e mais antigas que 2600 Ma.

2.4.2 Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri

O complexo máfico-ultramáfico Bacuri é um corpo estratiforme intrudido em gnaisses-migmatitos do Escudo das Guianas, superposto por deformação dúctil e metamorfismo regional de fácies anfibolito, podendo ser associado ao ciclo Transamazônico em torno de 2,0 Ga. O complexo é recoberto por sequências *greenstone belt* e por rochas supracrustais do Paleoproterozóico do Grupo Vila Nova (Spier e Ferreira Filho, 2001).

Segundo Spier e Ferreira Filho (2001), o complexo ocupa uma área estimada em 55 km² de área. Entretanto, os limites não são mapeados com precisão, devido à baixa exposição dos afloramentos de corpos rochosos e a extensa cobertura laterítica. De acordo com Prichard et al., (2001), o complexo é composto por uma sequência de rochas extremamente alteradas, variando

de dunito na base a gabro no topo e inclui peridotito, piroxenito, cromitito, gabro e anortosito máfico. As rochas estão dispostas em camadas e exibem unidades cíclicas localmente. A orientação da estratificação é variável devido ao dobramento e falhas. De acordo com Pimentel, et al. (2002), o complexo máfico-ultramáfico Bacuri está em contato geológico com rochas de terrenos Gnaissico-migmatíticas e com rochas supracrustais do Grupo Vila Nova, com direção predominante em E-W. As litologias predominantes são anfibolito, tremolitito, serpentinito e cromitito, com metamorfismo de fácies anfibolito, apresentando alta deformação e recristalização.

Como representado na figura 2.4, o complexo consiste em uma zona máfica inferior (> 500 m de espessura), uma zona ultramáfica (30-120 m de espessura) e uma zona máfica superior (> 300 m de espessura). As camadas de cromitito estão restritas à zona ultramáfica. Esta zona consiste em serpentinito intercalado com (olivina cumulática) cromitito (cromita cumulática). A maior parte da cromita está concentrada em uma espessa camada de cromitito, conhecida como cromitito principal, localizada na base da zona ultramáfica e em contato direto com a zona máfica subjacente. A espessura do cromitito principal é altamente variável devido à deformação e varia de 3 a 30 m (média de 12 m). Várias camadas mais finas de cromitito maciças estão localizadas acima da cromitito principal, dentro da zona ultramáfica. Sua unidade ultramáfica intermediária é composta pelos minerais serpentina, clorita, tremolita, talco, magnetita e antofilita, com importantes lentes de cromititos, que se tornam menos espessas ao se aproximar da zona ultramáfica superior Spier e Ferreira Filho (2001).





Zona máfica Superior		>300 m	Anfibolito
Zona Ultramáfica		30-120 m	Camadas intercaladas de serpentinito e tremolita-serpentinito com lentes de cromitito
		3-30 m	Cromitito
Zona Máfica Inferior		>500 m	Leucoanfibolito

Figura 2.5 - Estratigrafia do Complexo acamadado Máfico-Ultramáfico Bacuri. Spier e Ferreira Filho (2001).

2.4.3 Grupo Vila Nova

O Grupo Vila Nova é caracterizado por ser uma sequência vulcanossedimentar, formada por 12 unidades litológicas. Mc Reath e Faraco (2006) determinou essas unidades a partir de trabalhos de Carvalho et al (1995), Coelho Filho et al (1998) e Spier e Ferreira Filho (1999), sendo representadas em ordem decrescente de idade a seguir; (I) Rochas Metavulcânicas e Metassedimentares; (II) Anfibolitos e Xistos; (III) Metaintrusões máficas e ultramáficas; (IV) Anfibolitos, quartzitos, xistos e gnaisses; (V) Xistos e rochas metavulcânicas; (VI) Metaconglomerados; (VII) Metaconglomerado quartzítico; (VIII) Quartzitos; (IX) Formação Ferrífera Bandada; (X) Formação Manganésifera Bandada; (XI) Mármore; (XII) Metassedimentos.

De acordo com Pinto (1986), na região da área estudada predominam os quartzitos, sericita xisto que servem de encaixantes para a formação ferrífera e, com menor expressão, metaconglomerados. Definiu ainda que a maior parte das rochas citadas é composta por quartzo, sericita, fucsita, especularita, além dos acessórios turmalina, cromita e rutilo. A direção predominante das rochas desse grupo é NW-SE, com dobramentos de vergência em NE.

CAPÍTULO 3

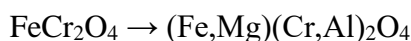
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A origem e evolução dos depósitos de cromita são amplamente discutidos, seja pela complexidade dos processos de diferenciação magmática e assimilação crustal, ou pelo interesse na formação dos depósitos do minério de cromo. Nesse sentido, esse capítulo irá apresentar os principais tipos de depósito de cromita e os principais processos genéticos responsáveis pela origem e evolução desses depósitos.

3.1 COMPLEXOS MÁFICOS E ULTRAMÁFICOS E OCORRÊNCIAS DOS DEPÓSITOS DE CROMO

Haldar (2016), em seu livro “*PLATINUM-NICKEL- CHROMIUM DEPOSITS*”, define os cromititos como uma rocha ígnea intrusiva cumulática composta predominantemente por cromita, sendo uma porção essencial de intrusões acamadas. São hospedados por rochas máficas e ultramáficas, incluindo peridotitos, piroxenitos, serpentinitos e dunitos, podendo ter como mineralizações associadas os Elementos do Grupo da Platina (EGP) e Ni-Cu.

Para a formação de depósitos de Cromo é necessário um magma com enriquecimento em metais, sendo que o magma oxidado gera cromita com adição de platinóides ou EGP's e o magma reduzido gera depósitos de níquel e cobre. Para que ocorra a geração de cromita é necessária a substituição de Fe^{+2} por Mg^{+2} e do Cr^{+3} por Al^{+3} , de acordo com a equação abaixo, (Santos, 2019).



Streckeisen (1976) determina que, mineralogicamente, os Complexos Máficos e Ultramáficos são compostos predominantemente por olivina, ortopiroxênio e clinopiroxênio. As rochas máficas, possuem a proporção de minerais máficos inferior a 90%, enquanto as ultramáficas possuem proporção superior a 90% de minerais máficos.

Wilson (1989) evidencia que as rochas ultramáficas tem ocorrência relacionada a intrusões em terrenos cratônicos, em complexos ofiolíticos, por xenólitos de basaltos e em magmas kimberlíticos de ambientes intracontinentais e intraoceânicos. O mesmo autor destaca

que os magmas primários normalmente são formados por fusão parcial do manto, apresentando, caracteristicamente, os minerais olivina, clinopiroxênio, ortopiroxênio, granada, espinélio, sílica inferior a 50%, além de cromo e níquel com mais de 1000 ppm e 500 ppm respectivamente.

De acordo com Stowe (1994), os depósitos de cromo podem ser divididos a partir de três parâmetros, sendo eles relacionados ao ambiente tectônico que são gerados, geometria de mineralização e a composição mineralógica das rochas adjacentes. Utilizando esses três parâmetros, definiu os depósitos como i) podiformes, ocorrendo como lentes em rochas ultramáficas; e ii) estratiformes, e em complexos ígneos acamadados. Sendo assim, serão abordados nos próximos capítulos as principais características desses tipos de depósitos.

3.2 DEPÓSITOS PODIFORMES

Papp (1994) destaca que esse tipo de depósito é caracterizado pelo alto teor de cromo, com grãos de granulometria grossa, com recristalização e de alta deformação. Suas reservas possuem desde milhões de toneladas de minério a dezenas de quilogramas, apesar da grande maioria apresentar quantidades próximas a 100 mil toneladas.

As principais ocorrências de cromita em depósitos podiformes estão relacionadas a sequências ofiolíticas em complexos ultramáficos, associados ao processo de obducção. Nesse sentido, relaciona-se preferencialmente ao contexto de subducção e colisão continental, gerando corpos em formatos de bolsões, lentes descontínuas e podiformes, sendo litologicamente associados aos dunitos em sua grande maioria (Walsh, 2012).

A idade desses depósitos de sequência ofiolítica geralmente é Mesozóica-terciário, sendo que sua associação com os dunitos, serpentinitos e harzburgitos é observada em geossinclinais em núcleo de dobras. A relação cromo/ferro é superior a 2:1, devido a sua característica mais aluminosa, com associação aos EGP's ósmio, irídio e rutênio. Haldar (2016).

Para Santos (2019), os depósitos podiformes ocorrem em porções do manto superior a partir de sucessões de ofiolitos, sendo hospedadas em peridotitos do tipo Alpino. Pelo fato de serem deformadas em processos tectônicos de convergência de placas, as cromitas apresentam forma lenticular, depositado entre a transição do Complexo Ultramáfico e abaixo do Complexo Máfico Plutônico, como demonstrado por Dickey (1975) em uma representação esquemática, descrita e ilustrada abaixo.

I – Associação sedimentar, com rochas sedimentares compostas de sedimentos marinhos profundos.

II – Complexo vulcânico máfico, com basaltos toleíticos estruturas almofadadas (“Pillow lavas”).

III – (“Sheeted Dikes”) - Enxame de diques básicos.

IV – Gabros de Complexo Máfico Plutônico

V – Complexo Ultramáfico de rochas harzburgítica, lherzolítica e dunítica. Apresenta estruturas metamórficas e a transição de depósitos de cromita podiforme.

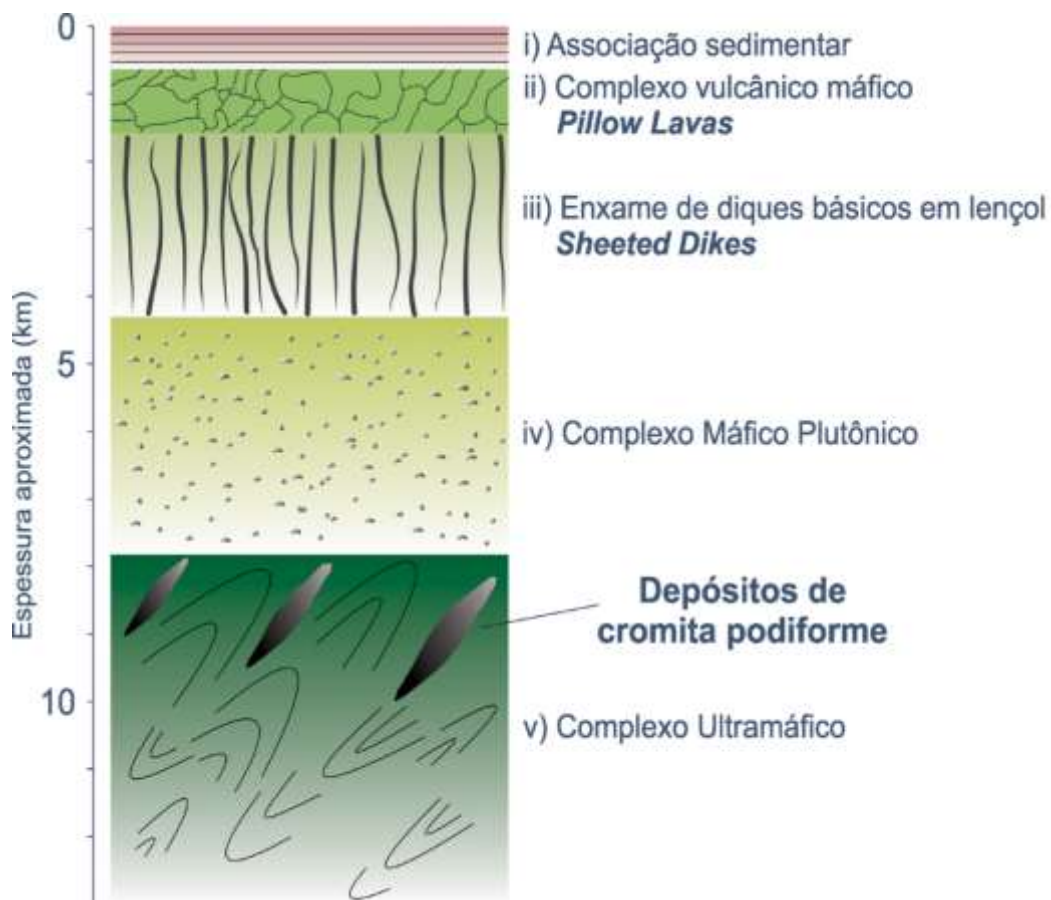


Figura 3.1 - Sequência esquemática de um Complexo ofiolítico, baseado em Dickey (1975), citado por Dias (2018).

Stowe (1994) relata que s depósitos podiformes mundiais de maior relevância são encontrados nos Montes Urais, tais como o Kempirsai do Cazaquistão, o Kalimash da Albânia, além dos depósitos do Cretáceo de Trodos no Chipre e Semail ao leste da Península Arábica. Angeli et al. (2020) relatam que não existem jazidas de cromita no Brasil com grande potencial

econômico de exploração, apesar de relatar ocorrências no estado de Goiás, pelos depósitos de Abadiânia, Cromínia e Morro do Feio.

3.3 DEPÓSITOS ESTRATIFORMES

Papp (1994) indica que os depósitos estratiformes de cromita são responsáveis pela maior reserva de cromo conhecidas, sendo estimadas em mais de 90% da totalidade de cromo do planeta. Stowe (1994) relaciona os depósitos estratiformes de Cromita a rochas intracratônicas do Pré-Cambriano, de pelo menos 2,0 Ga, citando como principais exemplos os Complexos de Bushvaled na África do Sul, Stillwater nos Estados Unidos e Great Dyke no Zimbábwe. No Brasil, os depósitos mais conhecidos são os de Jacurici e Campo Formoso na Bahia, além do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, no Amapá.

Thayer e Jackson (1972) determinam que os ambientes de formação desse tipo de depósito são terrenos cratônicos ou zonas de rifteamento, com idades que variam do Arqueano ao Paleoproterozóico, constituídas por rochas como dunitos, peridotitos, piroxenitos e gabros. Definiram ainda que são corpos maciços ou disseminados em porções intrusivas mais próximas da base, sendo que sua composição contém 90% ou mais de cromita.

Shulte (2010) afirma que a formação dos depósitos estratiformes é, em sua grande maioria, associada a províncias anorogênicas, sendo que magmas comagmáticos geraram os cromititos e as rochas hospedeiras. Porém existem evidências em alguns depósitos que indicam a geração em zonas de rifteamento, como no caso de Great Dyke, Zimbábwe.

Haldar (2016) adiciona a classificação Acamadada a partir de parâmetros baseados na morfologia e modos de ocorrência, sendo considerada como estratiforme no presente trabalho, a partir dos parâmetros citados anteriormente. O autor atribui a formação de camadas aos processos de cristalização diferencial, solidificação, segregação e sedimentação gradativa de magmas máficos e ultramáficos em grandes câmaras magmáticas, com um lento resfriamento. Determina ainda a associação com EGP's, níquel, cromo, ouro, cobre e cobalto.

Para Haldar (2016), a estrutura do cromititos em depósitos estratiformes é semelhante a estratificação cruzada de uma rocha sedimentar, sendo gerada a partir da cristalização diferencial, com minerais metálicos cristalizando tardiamente e não metálicos precocemente. Os processos responsáveis pela geração desses depósitos são associados a hidrotermalismo e intrusões máficas a ultramáficas. Guertin (2004) relata que a sucessão das rochas acamadadas nesses depósitos apresenta rochas félsicas e menos densas no topo e rochas máficas a

ultramáficas na base, com composição geral gabróica no Complexo. O mesmo autor comenta que o processo de serpentinização em rochas ricas em olivina ocorre em alguns casos.

Thayer (1960) cita as principais diferenças entre os depósitos podiformes e estratiformes, utilizando parâmetros morfológicos, químicos e geológicos, partindo da premissa de que os cromititos são rochas com teor de Cr_2O_3 acima de 15%, como mostrado no quadro 3.1 abaixo.

Quadro 3.1 - Principais diferenças entre os depósitos estratiformes e podiformes. Baseado em Thayer (1960), citado por Walsh (2012).

Depósitos Estratiformes	Depósitos Podiformes
Pequenos cristais euédricos, coalescentes ou não	Cristais maiores que 1mm, podendo ser centimétricos
Diâmetro dos grãos é de aproximadamente 1mm	Diâmetro dos grãos maiores ou iguais a 3mm
Mesh e net textures indeformadas, com cromita envolvendo olivina e piroxênio. Comumente mostram textura poiquilítica	Textura nodular e orbicular deformada, alotriomórfica a cataclástica. Textura poiquilítica ausente. Texturas cataclástica e “pele de onça” são comuns
Forma lopolítica	Forma irregular
Camadas regulares, contínuas por vários quilômetros, com todas as unidades mostrando acamamento, exceto as bordas	Leitos e bolsões deformados, na forma de corpos descontínuos, por dezenas a centenas de metros, sem acamamento
Margens de resfriamento noríticas e rochas encaixantes mostrando metamorfismo de altas temperaturas	Exceto pela serpentização, não mostram diferenças de composição em suas margens; metamorfismo de contato moderado a baixo, comumente ausente
Foliação paralela ao acamamento	Foliação paralela ao acamamento ou truncando essa estrutura
Lineação muito rara e associada a feições convectivas	Lineação comum, contida ou não no plano de acamamento, por vezes cortando essa estrutura. Ocorre marcada pela textura cataclástica, estiramento de nódulos ou distribuição de cromita na matriz
Acamamento críptico característico	Acamamento críptico não presente
Predomínio da quantidade de piroxênio versus a quantidade de olivina; plagioclásio está presente, exceto nos dunitos	Predomínio de olivina versus a quantidade de piroxênio; plagioclásio está ausente
Diques são raros. Quando ocorrem estão relacionados composicionalmente às encaixantes	Diques são comuns e numerosos, podendo ou não mostrar relações composicionais com as encaixantes. Estão representados por gabro ou mais raramente peridotitos
Encaixante: harzburgito a bronzitito	Encaixante: dunito a norito
Corpos concordantes de cromitito, mostrando posições estratigráficas regulares	Corpos discordantes e concordantes por deformação
Alto conteúdo em Fe	Alto conteúdo de Al ₂ O ₃ e alto Cr
Baixa razão Cr/Fe (aproximadamente 1,5)	Alta razão Cr/Fe (aproximadamente 2,4) e porcentagem de ferro em torno de 16%, muito raramente acima
Teores de Cr ₂ O ₃ de 38 a 50%	Teores de Cr ₂ O ₃ entre 15 e 65%
Depósitos crustais	Depósitos gerados no limite astenosfera/litosfera

Duke (1983) determina a diferença de concentração média das composições associadas, como mostra o quadro 3.2. Essas diferenças ajudam na interpretação dos depósitos de cromo do Complexo Máfico – Ultramáfico Bacuri, assunto que será abordado no próximo capítulo.

Quadro 3.2 – Concentração média de cromo e das composições associadas em depósitos estratiformes e podiformes. Duke (1983)

	Depósitos Estratiformes					Depósitos Podiformes				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	1,37	-	0,12	0,22	-	0,55	0,30	0,09	0,24	1,18
TiO ₂	0,72	0,67	0,44	0,43	0,35	-	0,11	0,19	0,15	-
Al ₂ O ₃	15,70	12,50	15,70	16,90	11,80	14,40	14,70	14,20	8,12	32,30
Cr ₂ O ₃	42,50	47,00	47,10	47,80	55,00	50,70	53,40	54,50	59,00	35,40
FeO(t)	31,20	27,40	25,10	21,30	17,80	19,90	14,90	15,70	13,60	13,40
MnO	0,65	0,20	-	0,16	0,20	-	-	0,13	0,14	-
MgO	6,65	8,70	11,10	12,10	12,60	13,10	16,70	14,20	18,20	17,40
CaO	0,66	-	0,53	0,04	-	0,50	0,44	0,01	0,10	0,14
Total	99,45	96,47	100,09	98,95	97,75	99,15	100,55	99,02	99,55	99,82
1. Bird River Sill 2. Kemi 3. Bushveld 4. Stillwater Complex 5. Great Dyke					6. Sterret Mine, Quebec 7. Caribou Mine, Quebec 8. Chrome Mine, Cyprus 9. Molodehnoe deposit, Kempirsai 10. Masinloc Mine, Philippines					

3.4 ASPECTOS MINERALÓGICOS DA CROMITA

Para Haldar (2016), o mineral cromita pode ser caracterizado como um óxido de ferro e cromo (FeO e Cr₂O₃ ou FeCr₂O₄ ± Mg), com associação mineral a olivina, serpentina e magnetita, com um alto teor de cromo, ferro e magnésio além de baixo teor de sílica, potássio e alumínio. Dias (2018) define que a cromita apresenta densidade relativa de 4,3 a 4,6 g/cm³, dureza 5,5 na escala Mohs, hábito octaédrico, coloração que varia de preta a cinza amarelada, brilho submetálico e magnetismo de baixo a ausente, podendo ser maciça ou granular.

Ugarte *et al.* (2005) destacam que a cromita apresenta a estrutura cristalográfica dos espinélios, de fórmula geral XY₂O₄, em que o elemento X da fórmula pode ser associado aos elementos Fe, Mn, Ni, Mg ou Zn. Em Y, associam-se Al, Fe e Cr, como mostrado no quadro

3.3 abaixo, da série dos espinélios. A composição teórica de cromita é 68% de Cr₂O₃ e 32% de FeO, apesar desses valores não serem encontrados na natureza, já que possuem diversas impurezas.

Quadro 3.3 - Série dos espinélios. Baseado em Bacellar *et al.*, (1973), citado por Ugarte *et. al.* (2005).

Séries	Elementos básicos	Mineral	Fórmula Química
Cromita	Cromo	Cromita	FeO.Cr ₂ O ₃
		Magnésio Cromita	MgO.Cr ₂ O ₃
Espinélio	Alumínio	Espinélio	MgAl ₂ O ₄
		Hercinita	FeAl ₂ O ₄
		Gahnita	ZnAl ₂ O ₄
		Galaxita	MnAl ₂ O ₄
Magnetita	Ferro	Magnetita	FeFe ₂ O ₄
		Magnesioferrita	MgFe ₂ O ₄
		Franklinita	(Fe,Zn,Mn)-(Fe,Mn) ₂ ZnFe ₂ O ₄
		Jacobsita	MnFe ₂ O ₄
		Trevorita	NiFe ₂ O ₄

Kinnaird *et al.* (2002) ressalta que os cromititos podem ser classificadas como uma rocha em que os grãos de cromita possuem assembleia mineralógica superior a 50%. Para ser considerado maciço, a cromita deve ter assembleia mineralógica superior a 90% (Schulte et al., 2010).

Gonçalves (2001) distingue quatro espécies minerais mais encontradas a partir da composição de óxidos, dentre essas a magnesiocromita (Mg,Fe)Cr₂O₄, a aluminocromita Fe(Cr,Al)₂O₄, a cromita FeCr₂O₄ e a cromopicotita (Mg, Fe) (Cr, Al)₂O₄.

Zhou e Bai (1992) determinam que cromitas com alto teor de cromo e alumínio são típicas de complexos ofiolíticos, enquanto as que possuem alto teor de ferro encontram-se em depósitos estratiformes. Contudo, altos teores de Al₂O₃ podem ser encontrados em outros tipos de depósitos, já que podem ser produtos de intemperismo químico de óxidos em camadas mais superficiais, sob condições de climas quentes e úmidos. Nesse sentido, o autor indica que somente a análise dos teores de Cr₂O₃, Al₂O₃ e FeO é insuficiente para determinação do tipo de

depósito, sendo que a análise de TiO_2 se mostra mais adequada para obtenção de resultados mais confiáveis.

Depósitos de complexos ultramáficos podem apresentar alto teor de alumínio especialmente pela presença dos serpentinitos. De maneira geral, essa litologia apresenta por volta de 70% de minerais ultramáficos, com baixos teores de sílica e alumínio e rica em magnésio e minerais pesados como o cromo. Entretanto, nas fases iniciais de alteração do solo, o mineral serpentina é marcado pela forte perda de Mg, Ca e Si, com enriquecimento em Al e Fe. White e Dixon (2002). O seguinte tópico mostrará as principais características do depósito de cromo do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri.

3.5 HISTÓRICO DO DEPÓSITO DE CROMO DO COMPLEXO MÁFICO ULTRAMÁFICO BACURI

Spier e Ferreira Filho (1999) destacaram que o formato dos corpos de cromitito é pouco definido, já que passaram por deformação dúctil, variando de camadas a elipses, com continuidade lateral de até 100 metros. Em relação aos grãos de cromita, determinaram que são euédricos e uniformes, com tamanhos variando entre 0,1 a 0,6 mm e média de 0,2 mm, sendo caracterizado como um cromitito maciço de mais de 70% de grãos de cromita. Os autores revelaram em seus estudos uma forte influência de intemperismo nas rochas, classificando o minério como laterítico, friável e compacto.

Spier e Ferreira Filho (2001) estudaram, a partir de dados da empresa Ferro Ligas do Amapá, 11 corpos de minério descontínuos de cromita, localizados na porção sudeste do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, próximos a área de estudo do presente trabalho. Os autores indicaram que o tipo de depósito dos cromititos é de complexos acamadados, cristalizados em áreas tectonicamente estáveis, sendo associados aos cromititos do depósito de Bushveld, com fonte de metais como EGP's, sulfetos e vanádio. Nesse mesmo trabalho, os autores identificaram uma variação da composição de cromita em relação ao nível estratigráfico, com diminuição progressiva na relação $\text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$ da base para o topo. As relações $\text{Cr} / (\text{Cr} + \text{Al})$, $\text{Fe}^{3+} / (\text{Fe}^{3+} + \text{Al} + \text{Cr})$ e conteúdo de TiO_2 apresentam comportamento oposto, aumentando progressivamente da base para o topo, sendo semelhantes aos depósitos estratiformes do Complexo de Bushveld.

Pimentel *et. al.* (2002) determinaram, a partir do estudo de idade Sm-Nd das rochas do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, a idade das intrusões, a idade do metamorfismo e

natureza do magma. Revelaram que possivelmente o magma primário foi intensamente contaminado por rochas crustais, de composição gnáissica, sendo derivado de manto empobrecido, o que indica um magmatismo oceânico, com idade isocrônica de $2,22 \pm 0,12$ Ga, sendo um Complexo acamadado do Paleoproterozóico. A idade encontrada para o evento metamórfico foi de 2087 ± 22 Ma. O próximo tópico apresentará o panorama econômico do minério de cromo no cenário nacional e internacional, bem como os principais parâmetros químicos de comercialização e destinações.

3.6 – PANORAMA ECONÔMICO DO CROMO

De acordo com Ramos (2017), o Brasil apresenta baixa produção de cromo ao se comparar com os principais produtores mundiais, sendo que África do Sul (45,42%), Cazaquistão (17,84%), Turquia (11,35%), Índia (10,38%), e outros países (13,62%), lideram a produção mundial desse minério. A participação nacional é de aproximadamente 1,40%, com reservas medidas e indicadas de 0,49% e de 2,4 milhões de toneladas de Cr_2O_3 contidos, sendo que a produção de 2016 foi de 0,426 milhão de toneladas. As reservas mundiais se aproximam de 500 milhões de toneladas de Cr_2O_3 contidas, com Cazaquistão possuindo a maior reserva (230 milhões), seguido por África do Sul (200 milhões) e Índia (54 milhões).

Matiolis (1999) destaca que as principais aplicações do minério de cromo no mercado estão relacionadas a indústria metalúrgica, como na produção de aços inoxidáveis, ligas de aço, refratários e processos metalúrgicos de alta temperatura. Entretanto também é utilizado na indústria têxtil, indústria química, indústria de cimento e para pigmentação.

Papp (1994) separou a destinação do minério de cromo de acordo com a relação cromo/ferro, a porcentagem de cromita e a soma de cromita e óxido de alumínio, sendo consideradas as destinações metalúrgica, química e refratários. O autor definiu que para a produção de ligas de aço é necessário um mínimo de Cr_2O_3 de 48%, além de relação Cr/Fe maior que 3. Já na indústria química, os parâmetros mínimos necessários são razão de Cr/Fe superior a 2, com teor de sílica abaixo de 2,5%. Na produção de refratários, é indispensável que tenha alto teor de alumínio, como mostra o quadro abaixo 3.4.

Quadro 3.4 - Parâmetros químicos de comercialização de concentrados de minério de cromita, em porcentagem (Papp 1994).

DESTINAÇÃO	Valores Mínimos (%)		
	Cr/Fe	Cr ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃
Metalurgia	3	48	–
Indústria Química	2	44	59,28
Refratários	–	31 – 34	61,53

O produto utilizado na indústria de refratários é denominado cromita de grau refratário, exigindo um teor de alumínio entre 25% e 32%, com teor de ferro total FeO inferior a 15% Gonçalves (2001). Para entender o processo de modelagem de cromititos, será apresentado no tópico seguinte os principais métodos de Krigagem.

3.7 – MÉTODOS DE KRIGAGEM E MODELAGEM DE CROMITITOS

Davis (1986) define a Krigagem como um método de regressão geoestatística que tem a função de interpolar dados, baseando-se na suposição que o dado a ser interpolado é uma variável regionalizada. Indica ainda que as variáveis regionalizadas variam continuamente de um ponto ao outro, já que pontos mais próximos tendem a ser correlatos e pontos mais distantes são independentes estatisticamente. Nesse sentido, o autor entende que a Krigagem é um conjunto de regressões lineares que minimizam os desvios entre os valores reais e os valores estimados, visando garantir a continuidade espacial.

Lam (1983) divide a Krigagem em 5 diferentes métodos, conhecidos por Krigagem simples, Krigagem ordinária, Krigagem universal, Krigagem indicativa e co-Krigagem. O autor define a Krigagem simples como uma estimativa baseada na média da população analisada, relacionando os pontos vizinhos a média geral encontrada.

A Krigagem universal é um método que analisa tendências de aumento ou diminuição da população analisada, sendo considerado não estacionário. Já a Krigagem indicadora é uma técnica que permite a estimativa a partir de valores médios em locais não amostrados(Heine, 1986).

Já a Krigagem ordinária ou normal, técnica escolhida no presente trabalho para o desenvolver a modelagem dos corpos de cromitito, consiste na determinação das médias locais

nos pontos amostrados, considerando a média constante das variáveis regionalizadas, mesmo quando desconhecidas. Assim, utiliza os pontos vizinhos para estimar o valor de um ponto não amostrado (Royle et al., 1981).

Para aplicação da krigagem normal é necessário definir um tamanho de grade de interpolação, definindo uma distância em metros entre os pontos amostrados. Quanto menor o tamanho dessa grade, melhor será a resolução do mapa gerado. É de fundamental importância a determinação de um modelo de semivariograma, para a representação dos pontos experimentais. Os modelos de semivariograma são o esférico e o linear, sendo que o esférico é o mais utilizado por ser mais preciso (Davis, 1986).

Lam (1983) entende que a co-Krigagem é uma aplicação da Krigagem ordinária, com a existência de relação de interdependência de duas ou mais variáveis, as quais permitem a estimativa da variável. Os próximos capítulos vão abordar os principais resultados obtidos nesse trabalho.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA

Serão descritas no presente capítulo as principais características petrográficas em escala macroscópica das amostras encontradas na área de estudo. Apesar do forte intemperismo químico que atua nas rochas do Complexo Máfio-Ultramáfico Bacuri (CMUB) e a alta dificuldade de obtenção de amostras para estudos petrográficos, foi possível encontrar duas amostras de rochas em trincheiras, sendo descritas abaixo.

4.1 CROMITITO

A figura 4.3.1 abaixo mostra um cromitito, encontrado na porção sudoeste da área.



Figura 4.1 – Amostra de cromitito encontrado na porção SW da área de estudo.

A amostra apresenta coloração preta-acastanhada, com tons esverdeados, de brilho submetálico, com tramamaciça e compacta. Seus cristais possuem dimensões inferiores a 3 milímetros, composta pelos minerais cromita, magnetita, olivina, piroxênio e plagioclásio, com de aproximadamente 1mm e fina. Seu arranjo cristalino é predominantemente equigranular e euédrico.

4.2 TREMOLITA-SERPENTINITO

Na figura 4.2 abaixo é possível ver uma amostra de tremolita - serpentinito. A amostra foi encontrada em uma trincheira na porção noroeste da área de estudo. Sua coloração é esverdeada, em tons claros e escuros, com composição predominante dos minerais serpentina e tremolita. Seus minerais possuem hábito fibroso e brilho gorduroso. Pode-se dizer que o arranjo cristalino da rocha é equigranular e anédrica.



Figura 4.2 – Amostra de tremolita-serpentinito encontrado na porção NW da área de estudo

CAPÍTULO 5

GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS MAIORES

A partir dos resultados analíticos obtidos por Fluorescência de Raios X de teores dos elementos maiores Cr_2O_3 , FeO , SiO_2 , Al_2O_3 e MnO , foram gerados gráficos e boxplots com as estatísticas descritivas básicas, estatísticas bivariadas e diagramas de correlação em profundidade.

Os gráficos e *boxplots* foram construídos a partir do software Minitab, com a utilização de 165 amostras de cromititos, que foram selecionadas a partir do critério proposto Thayer (1960) sendo rochas com teor de Cr_2O_3 igual ou superior a 15%. Nesse sentido, o tópico a seguir apresentará os resultados das análises estatísticas descritivas básicas dos elementos maiores presentes nos cromititos.

5.1 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA

Foram gerados 5 *boxplots* com os valores de média, mediana, máximo e mínimo, 1° e 3° quartis, de cada elemento maior estudado, de acordo com a Tabela 5.1 a seguir.

Tabela 5.1 – Estatísticas básicas para os cromititos.

Variável	N	N*	Média	EP		Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
				Média	DesvPad					
Cr_2O_3 (%)	162	0	32,081	0,755	9,606	15,070	24,942	34,290	37,545	53,970
FeO (%)	162	0	15,277	0,321	4,084	8,000	13,005	14,100	16,425	32,510
SiO_2 (%)	162	0	15,122	0,367	4,667	4,780	12,430	14,430	16,935	32,490
Al_2O_3 (%)	162	0	13,295	0,408	5,190	1,420	9,965	13,145	16,665	28,120
MnO (%)	162	0	0,23821	0,00684	0,08705	<LQ	0,18000	0,26500	0,31000	0,38000

Na figura 5.1 abaixo, é possível observar o comportamento do elemento Cr_2O_3 nas amostras de cromititos. Os cromititos analisados possuem, de forma geral, uma maior quantidade de Cr_2O_3 em sua composição, tendo em média 32,08%, mediana de 34,29% e variação de teor entre 15,07% e 53,97%.

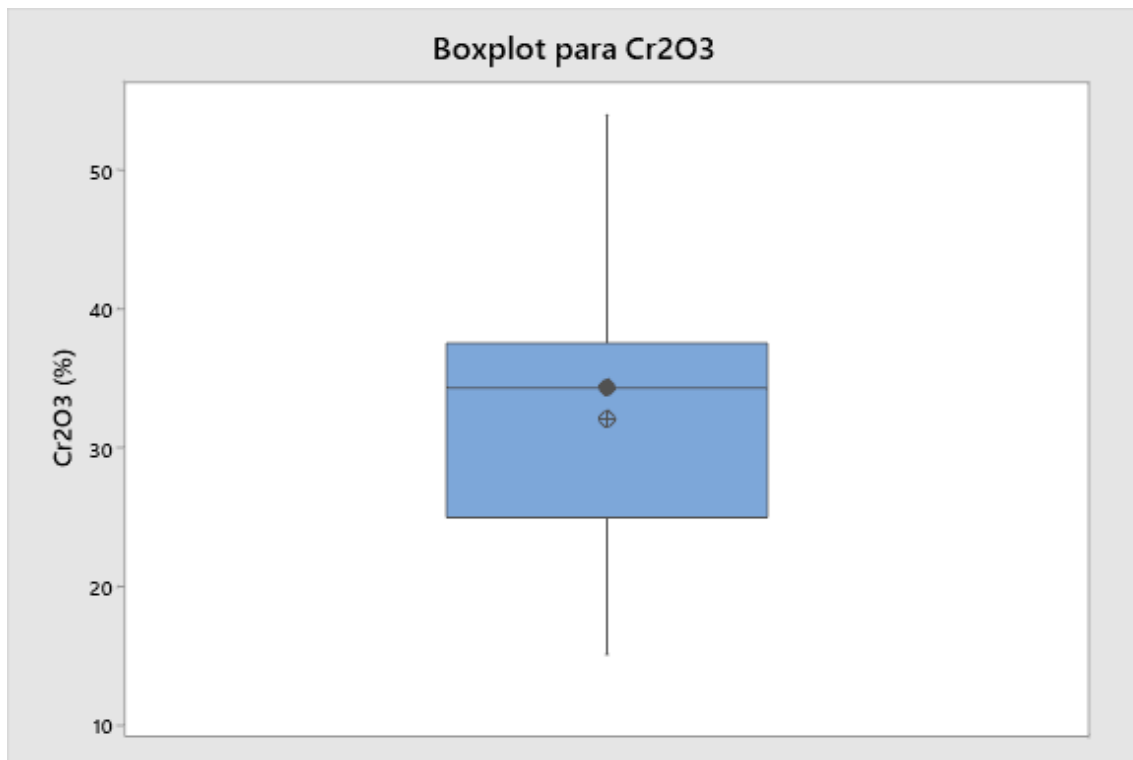


Figura 5.1 – Boxplot com as estatísticas do teor de Cr_2O_3 para os cromititos.

O teor de FeO varia de 8,00% a 32,51%, com média de 15,28% e mediana de 14,10%, representando a segundo maior média em relação aos teores de elementos maiores estudados, além de Q1 e Q3 com baixa variação, e muitas amostras consideradas como anomalias geoquímicas (Figura 5.2).

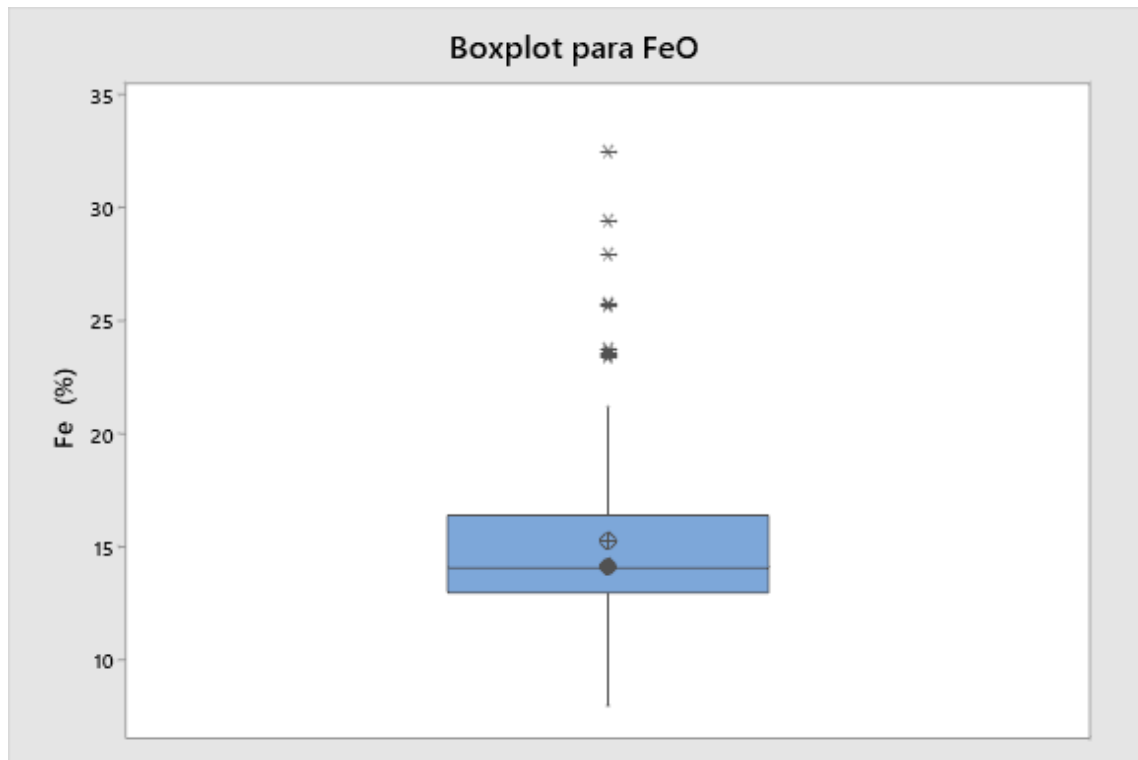


Figura 5.2 – Boxplot com as estatísticas do teor de FeO para os cromititos.

Os valores para SiO₂ divergem dos modelos propostos por Duke (1983), apresentando valores mais altos de que o esperado, como mostrado no quadro 3.3.2. A média encontrada foi 15,12%, enquanto a mediana foi de 14,43%, variando entre o mínimo de 4,78% ao máximo de 32,49%, sendo representado na figura 5.3 abaixo.

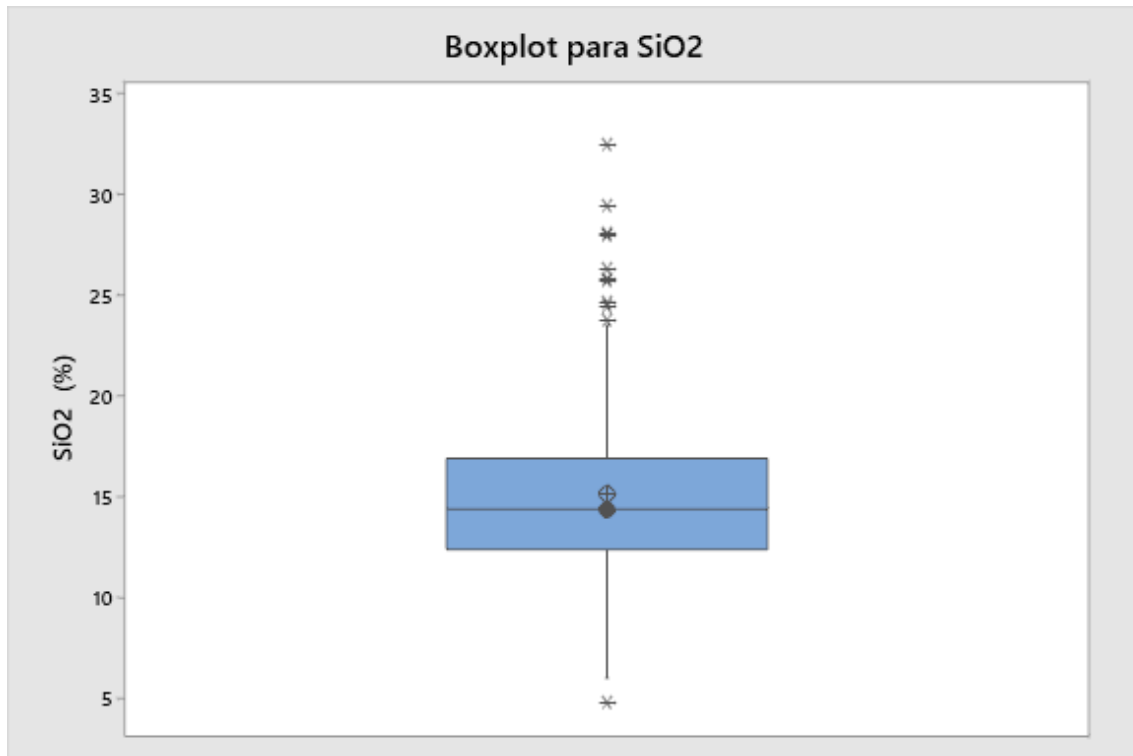


Figura 5.3 – Boxplot com as estatísticas do teor de SiO₂ para os cromititos.

A média encontrada para o teor de Al₂O₃ foi de 13,30%, com mediana de 13,15% e variação entre 1,42% e 28,12%. Nota-se que o teor médio desse óxido é o quarto maior entre os estudados (Figura 5.4). No caso do MnO, os valores encontrados são menores que 1%, com média de 0,24%, mediana de 0,27% e o mínimo menor que LQ e máximo de 0,38%, como representado na figura 5.5.

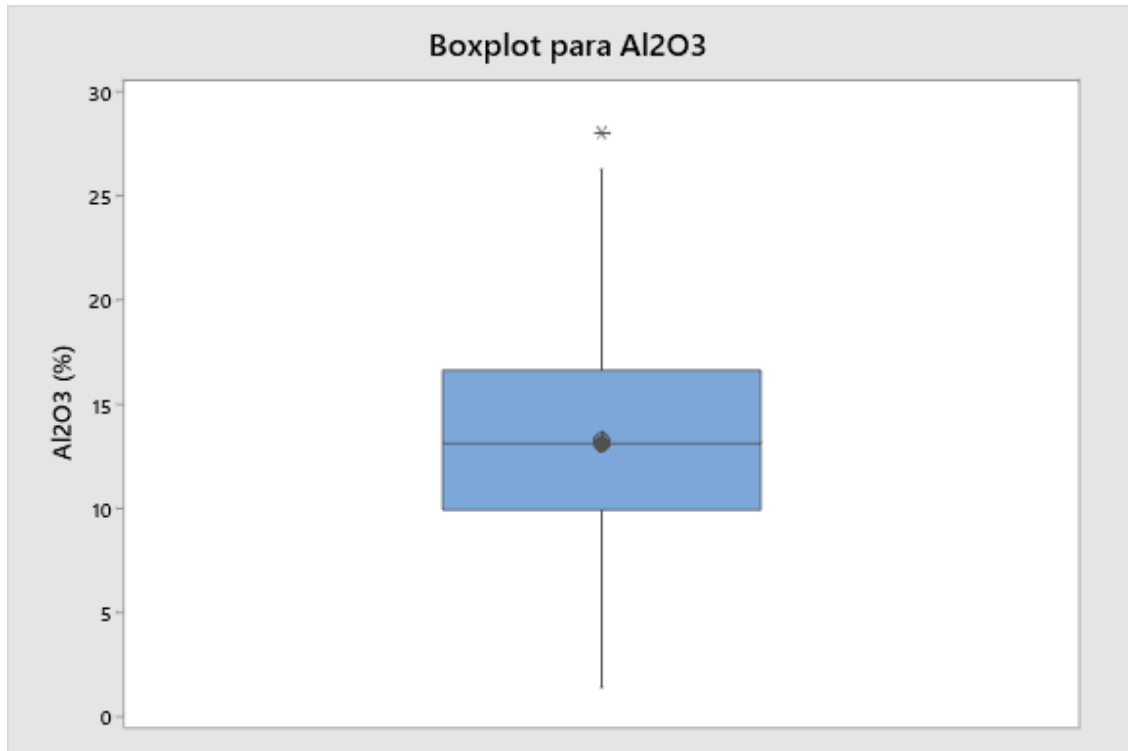


Figura 5.4 – Boxplot com as estatísticas do teor de Al₂O₃ para os cromititos.

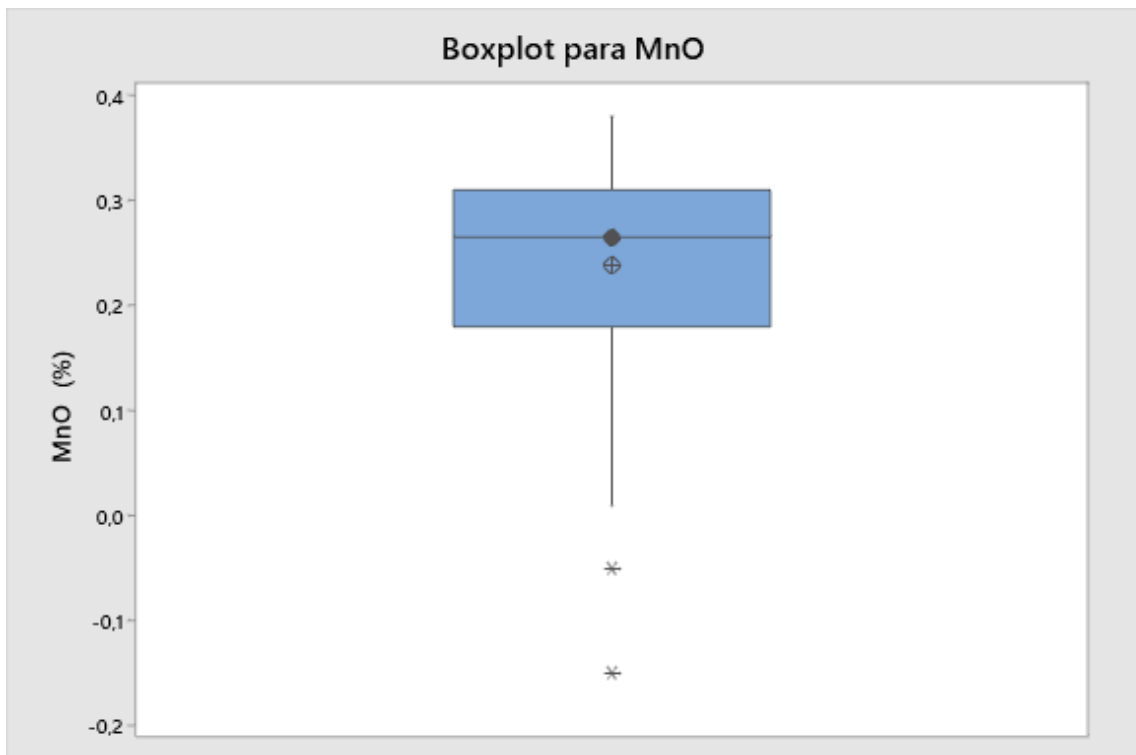


Figura 5.5 – Boxplot com as estatísticas do teor de MnO para os cromititos.

5.2 – ANÁLISE ESTATÍSTICA BIVARIÁVEL

Com o intuito de entender as correlações entre os elementos maiores dos cromititos estudados, foram gerados gráficos estatísticos de dispersão, com a utilização do programa *Minitab*. Na tabela 5.2 abaixo é possível ver todos os valores de correlação obtidos, a partir da utilização do método de Pearson e intervalo de confiança (IC) de 95%. É válido ressaltar que os valores superiores a 0,5, em verde, e inferiores a -0,5, em vermelho, são considerados correlações fortes.

Tabela 5.2 – Correlação de Pearson para os cromititos.

	Cr2O3 (%)	FeO (%)	SiO2 (%)	Al2O3 (%)
FeO (%)	-0,473			
SiO2 (%)	-0,492	0,564		
Al2O3 (%)	-0,709	0,145	0,246	
MnO (%)	0,415	-0,298	-0,316	-0,258

Serão mostrados agora separadamente os gráficos com as matrizes de dispersão entre todos os óxidos, como na figura 5.6 abaixo.

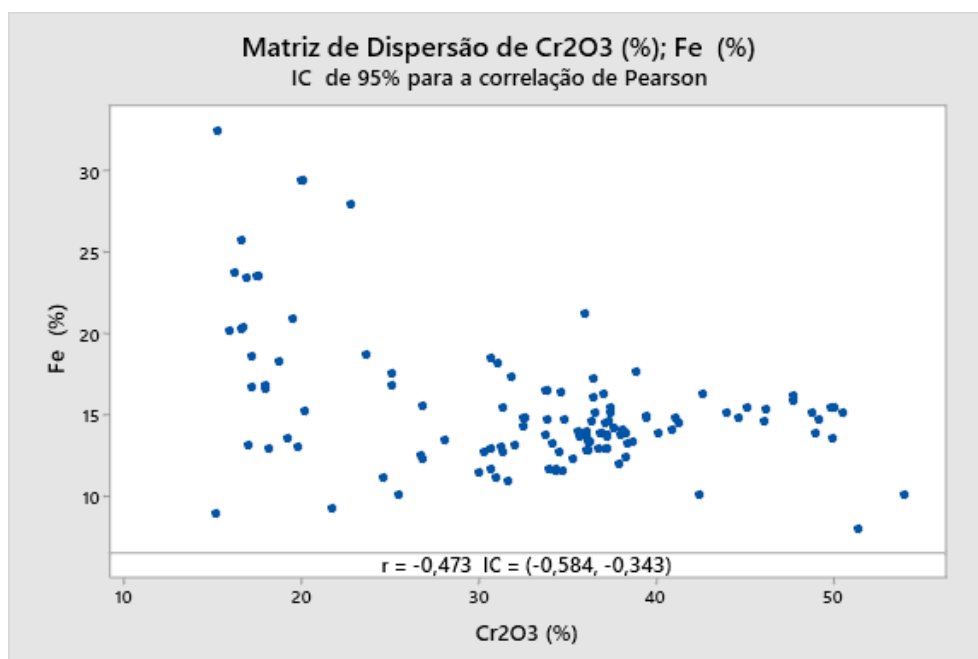


Figura 5.6 – Correlação de Pearson para Cr2O3 e FeO.

O Cr_2O_3 e o FeO apresentam correlação linear negativa de $-0,473$, sendo considerada moderada e quase forte. O intervalo de confiança (IC) de $-0,584$ e $-0,343$ pode ser entendido como confiável, já que ambos os valores são negativos. Entretanto, esse intervalo indica que em alguns pontos a correlação é forte e em outros é moderada.

A figura 5.7 a seguir apresenta a correlação de Pearson entre o Cr_2O_3 e o SiO_2 . A correlação Cr_2O_3 e SiO_2 é considerada moderada e quase forte por ser levemente superior a $-0,5$. O intervalo de confiança entre $-0,600$ e $-0,365$ pode ser considerado confiável por apresentar dois valores de sinais iguais, mesmo sendo discrepantes. Trata-se novamente de um caso com correlações fortes e moderadas.

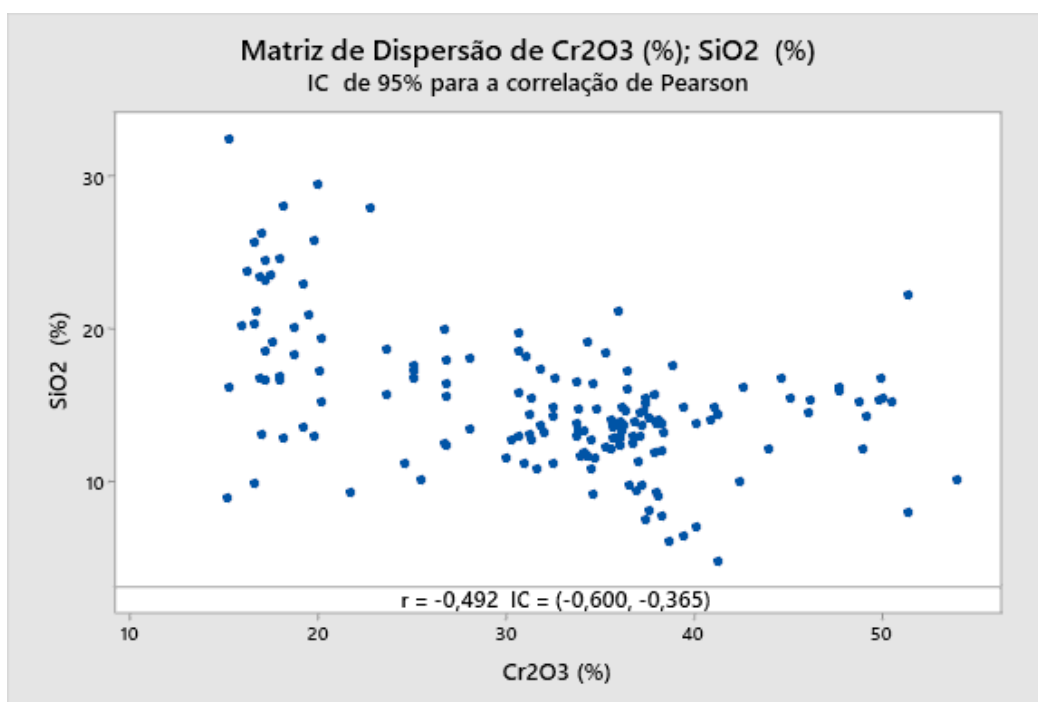


Figura 5.7 – Correlação de Pearson para Cr_2O_3 e SiO_2 .

A figura 5.8 em sequência refere-se à correlação linear entre o Cr_2O_3 e o Al_2O_3 . A correlação linear apresentada é considerada forte, indicando que quanto maior o teor de Cr_2O_3 , menor será o de Al_2O_3 . Os IC's apresentam um intervalo de $-0,778$ e $-0,623$, sendo considerados confiáveis por serem ambos negativos e de baixa variação.

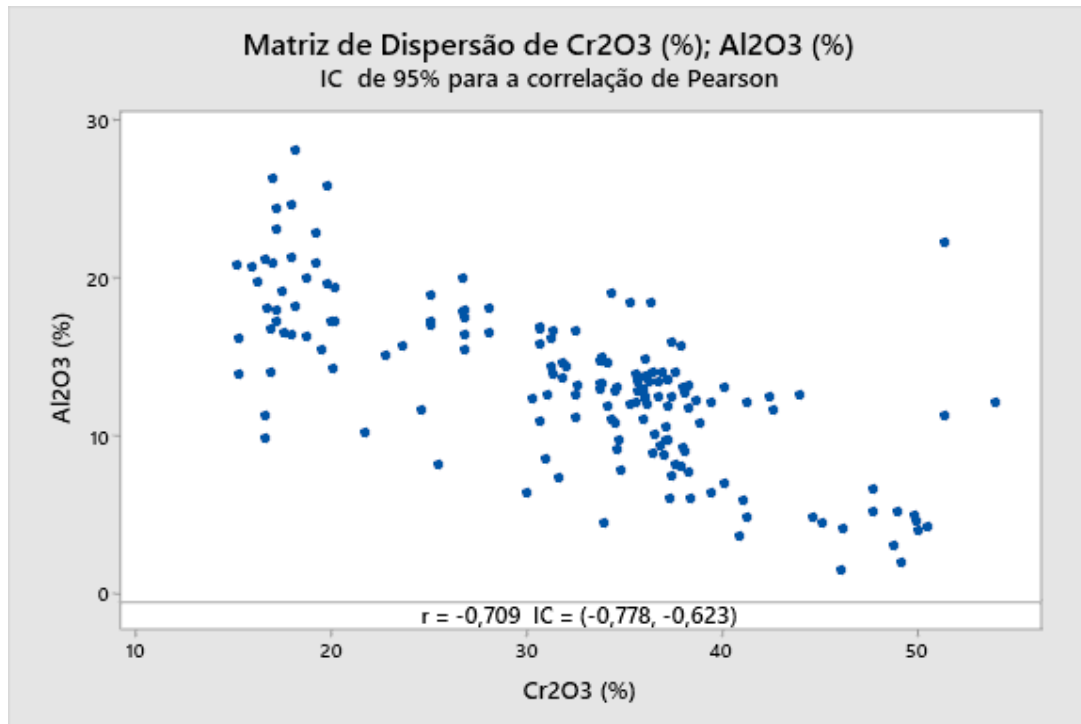


Figura 5.8 – Correlação de Pearson para Cr₂O₃ e Al₂O₃

Na figura 5.9 abaixo estão indicadas as correlações de Pearson para o MnO. Trata-se da única correlação linear positiva do Cr₂O₃, considerada moderada e com IC apresentando forte variação de 0,279 a 0,535. É mais um caso em que o intervalo de confiança é confiável e com tendências fortes a moderadas.

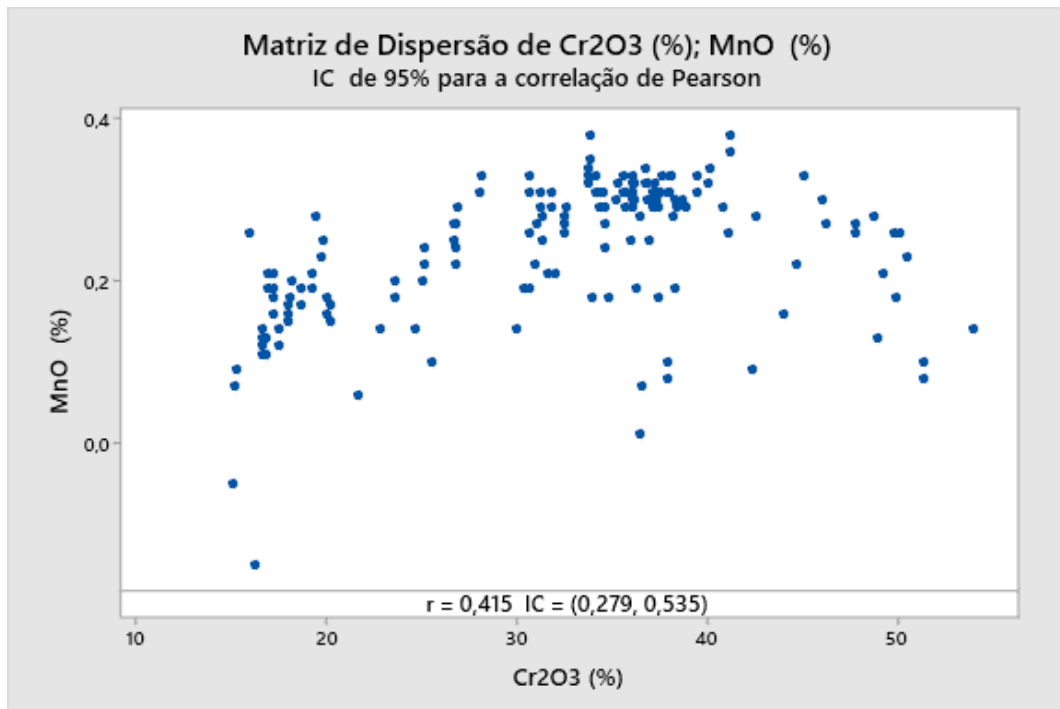


Figura 5.9– Correlação de Pearson para Cr₂O₃ e MnO.

Nas figuras a seguir serão apresentadas as matrizes de dispersão do FeO com os demais elementos maiores, como na figura 5.10 a seguir.

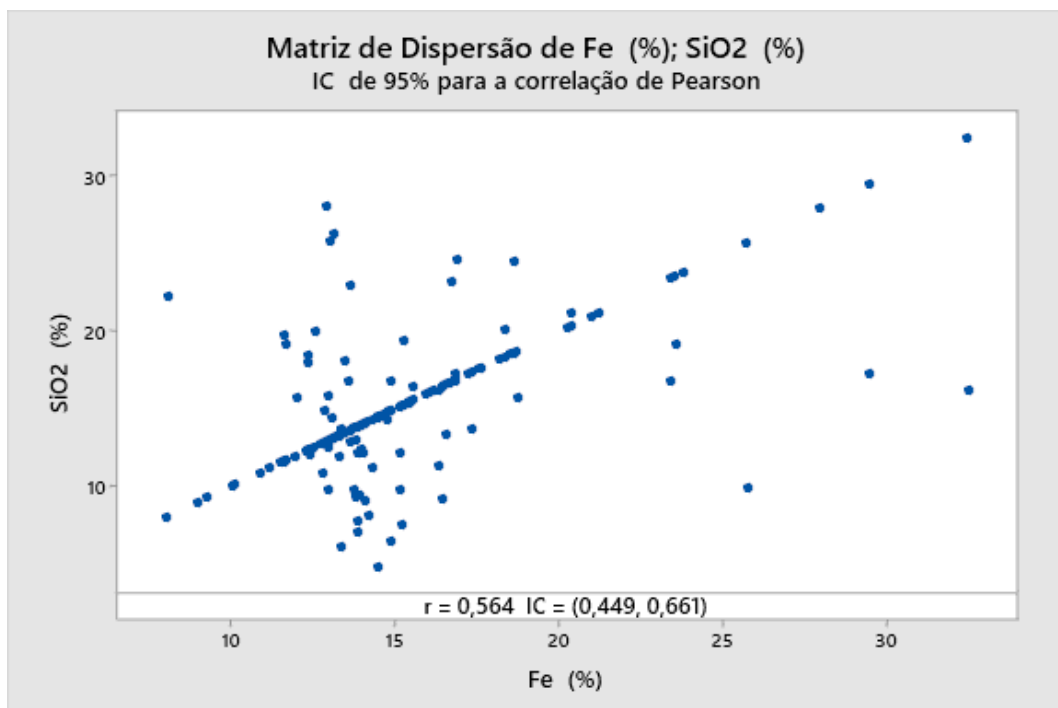


Figura 5.10 – Correlação de Pearson para FeO e SiO₂.

Observa-se uma forte correlação positiva entre o FeO e a SiO₂, com ambos intervalos positivos, confiáveis. A variação do intervalo de confiança não é tão alta, sendo possível ver no gráfico uma linha marcante que é indicador de relação linear entre os elementos.

O próximo tópico apresentará diagramas com algumas correlações de profundidade necessárias para o melhor entendimento da área estudada.

5.3 – DIAGRAMAS DE CORRELAÇÃO EM PROFUNDIDADE

Como mencionado no capítulo 3.5, Spier e Ferreira Filho (2001) estabeleceram relações de profundidade entre Cr / (Cr + Al) e Fe / Fe + Cr + Al em cromititos próximas a área de estudo. Nesse sentido, foram gerados gráficos de dispersão com os dados obtidos na área, com o objetivo de comparar as relações entre ambos os casos. Novamente foram utilizadas apenas dados amostrais de cromititos, seguindo a definição de Thayer (1960), com teor de Cr₂O₃ acima de 15%. A relação Cr / (Cr + Al), pode ser vista na Figura 5.11 abaixo, considerando a cota 80 metros como superfície e a cota 30 metros como o nível de base.

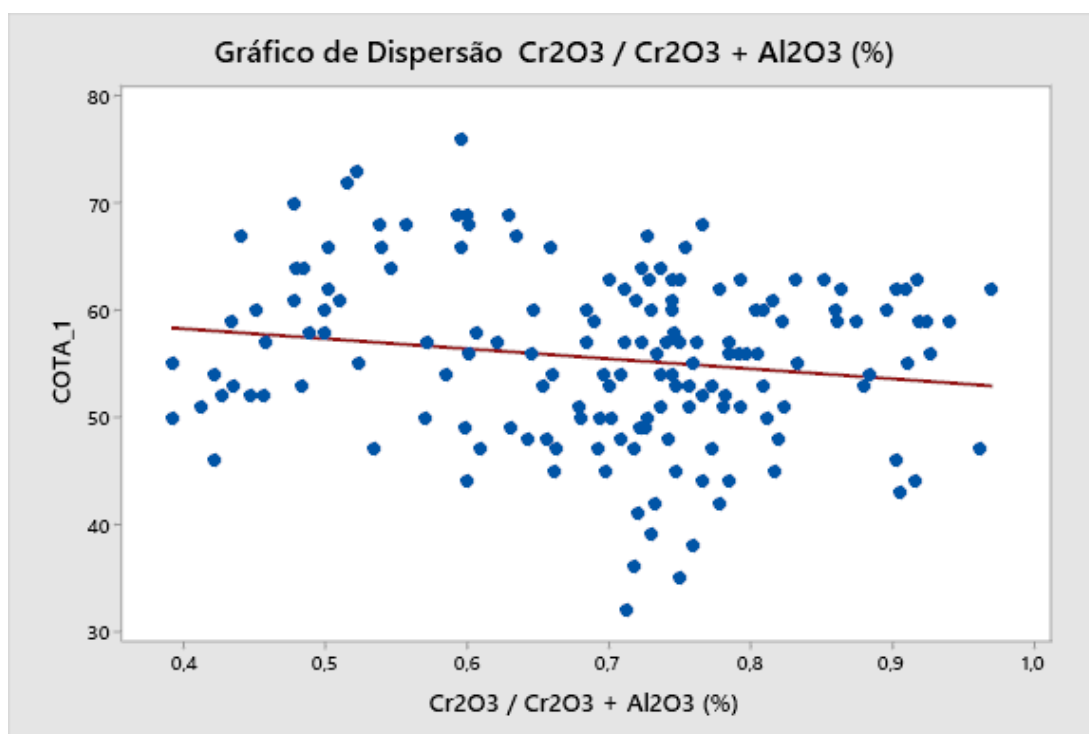


Figura 5.11 – Gráfico de dispersão Cr / (Cr + Al) para amostras de cromitito

Observa-se uma tendência de sutil de diminuição da relação [Cr / (Cr + Al)]/Cota do topo para a base, sendo oposta ao proposto por Spier e Ferreira Filho (2001) e ao Complexo de

Bushveld. Na figura 5.12 a seguir, será representada a relação $Fe / Fe + Cr + Al$, com as mesmas relações de superfície e base da figura 5.11.

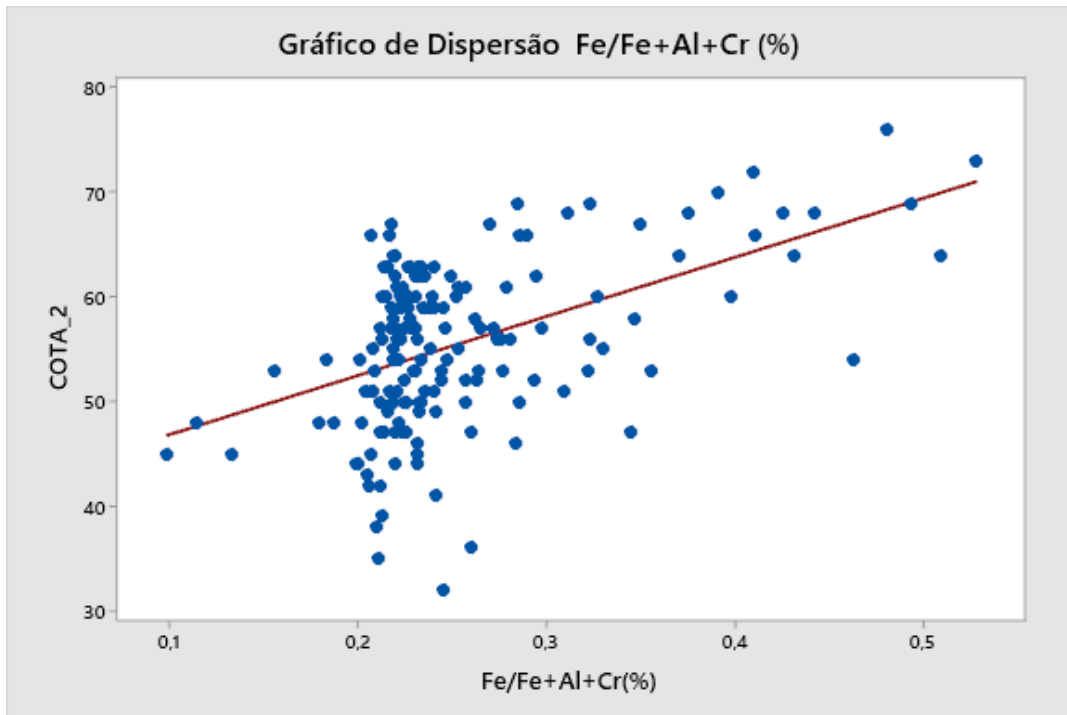


Figura 5.12 - Gráfico de dispersão $Fe / Fe + Cr + Al$.

Nota-se um aumento da relação $Fe / Fe + Cr + Al$ da base para o topo, assemelhando-se ao resultado encontrado por Spier e Ferreira Filho (2001). Para melhor entendimento da distribuição dos elementos maiores em profundidade, foram gerados modelos geológicos pela técnica de Krigagem, objeto de estudo do capítulo a seguir.

CAPÍTULO 6

MODELAGEM DE CROMITITOS

Para a realização dessa etapa foi utilizada a técnica de krigagem ordinária, gerando um raster por metro das cotas analisadas, entre as profundidades de 77 metros e 32 metros, por meio do software ArcGis. Em alguns valores de cota não foi possível utilizar esse método, devido à baixa disponibilidade de dados para interpolação. Posteriormente foram extraídos os contornos dos corpos gerados, adicionando em cada arquivo vetorial gerado os respectivos valores das cotas. É válido ressaltar que o modelo geológico foi construído a partir da definição de Thayer (1960), em que são considerados cromititos rochas com teor de Cr_2O_3 superiores a 15%.

Utilizando o software Vulcan, foram gerados os dados de furos de sondagem, separando os cromititos das outras litologias encontradas na área de estudo. Em seguida foram importados os dados de contornos dos corpos gerados, o que permitiu realizar triangulações e interpolação com os furos de sondagem, o que possibilitou o desenho do modelo de cromititos da figura 6.1 abaixo.

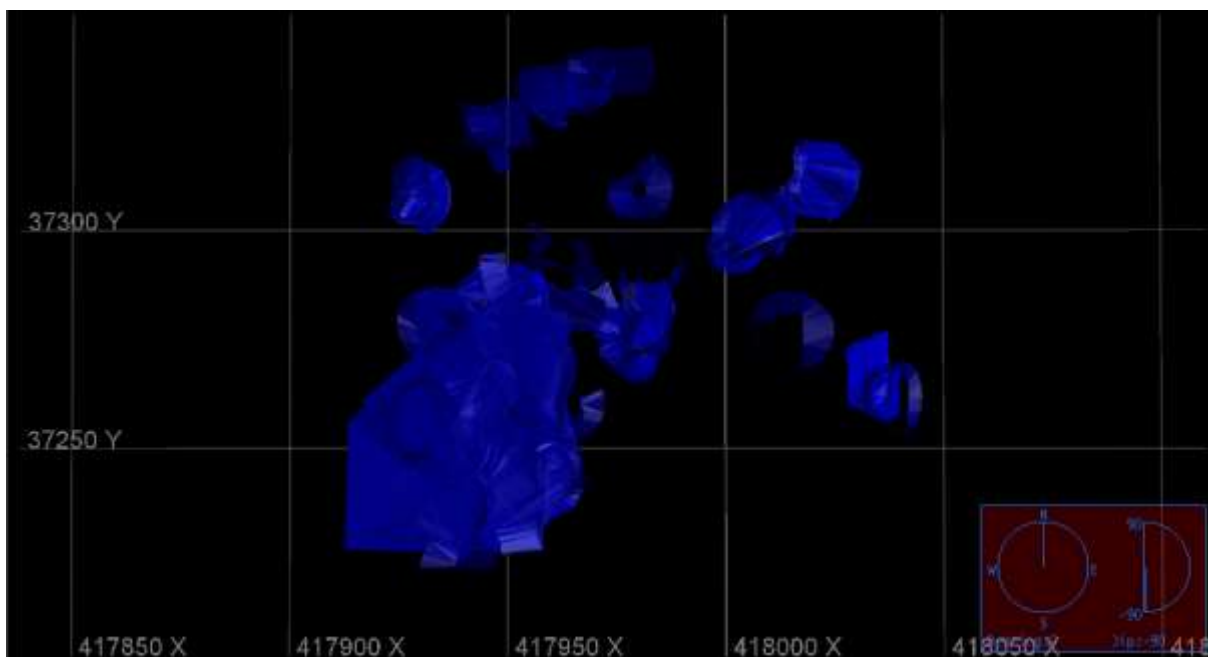


Figura 6.1 – Distribuição dos corpos de cromitito em planta.

Observa-se a presença de um grande corpo rochoso na porção sudoeste da área estudada e pequenos corpos rochosos em outras regiões. A figura 6.2 abaixo mostra a vista em perfil, apontando para a direção noroeste, além das respectivas intercalações com outras litologias.

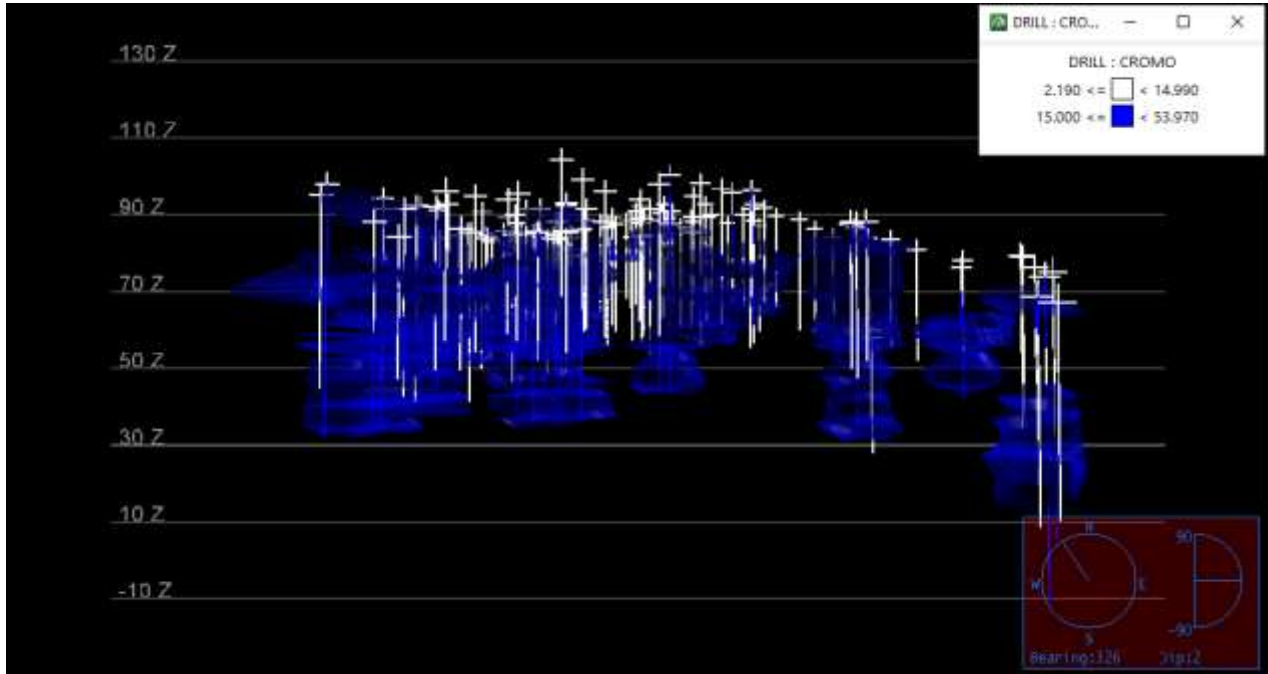


Figura 6.2 - Distribuição dos corpos de cromitito em perfil e a relação com os furos de sondagem.

É possível observar que os cromititos em azul estão intercalados com outras litologias, representados na figura 6.2 acima pelos furos de sondagem em branco. Não foi possível afirmar quais são as outras litologias com exatidão, tendo em vista que o método de perfuração não permite realizar análises petrográficas macroscópicas. Entretanto, a partir da figura 6.3 abaixo, é possível identificar a alta presença de alumínio no depósito estudado, representado na imagem pela cruz verde, sendo considerado como os pontos em que o teor de Al_2O_3 apresenta maior valor que os demais elementos maiores.

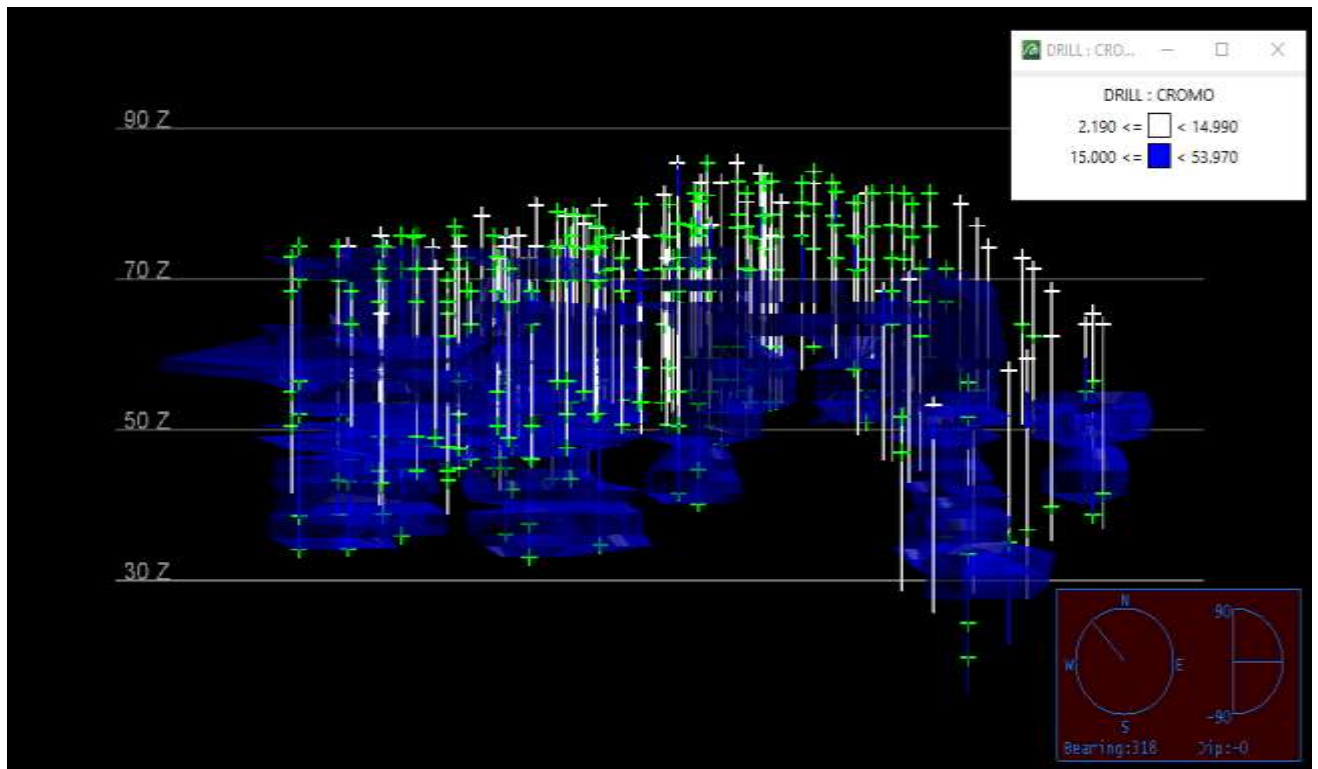


Figura 6.3 – Pontos no depósito em que o teor de Al_2O_3 é maior que os demais óxidos analisados.

Pode-se notar um maior teor de alumínio nas cotas mais superficiais do modelo analisado, apesar de aparecer em maiores profundidades. A figura 6.4 abaixo apresenta os pontos em que o teor de FeO é maior que os demais elementos maiores analisados, representados pela cruz vermelha.

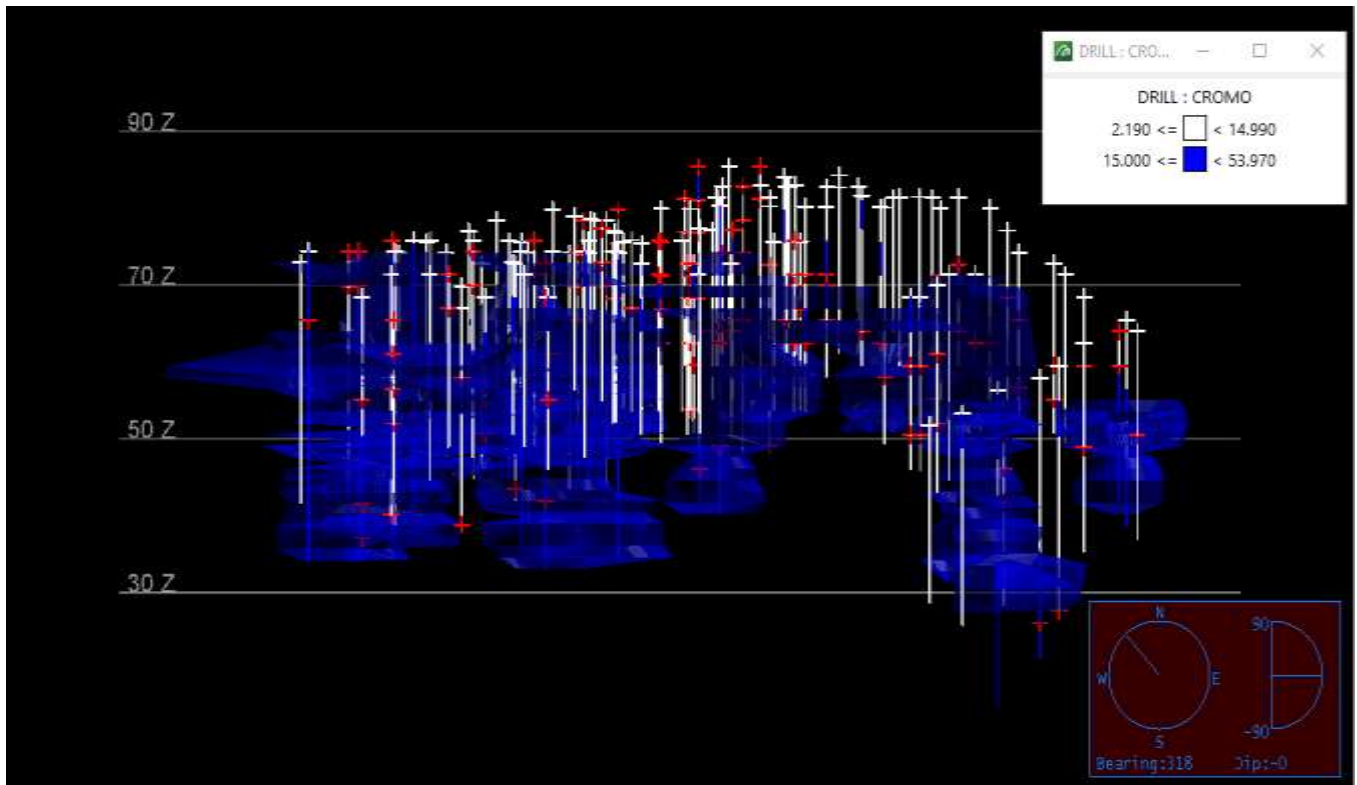


Figura 6.4 - Pontos no depósito em que o teor de FeO é maior que os demais óxidos analisados.

Percebe-se que o número de pontos é menor ao se comparar com o alumínio, apesar de estar mais bem distribuído que o alumínio.

A sílica apresentou uma distribuição bem diferente das demais, sendo representada pela figura 6.5 abaixo. O predomínio de sílica é maior nos pontos em que poucos corpos de cromititos estão presentes, sendo raros os pontos de intercalação. Os pontos de maior concentração estão na porção S-SE.

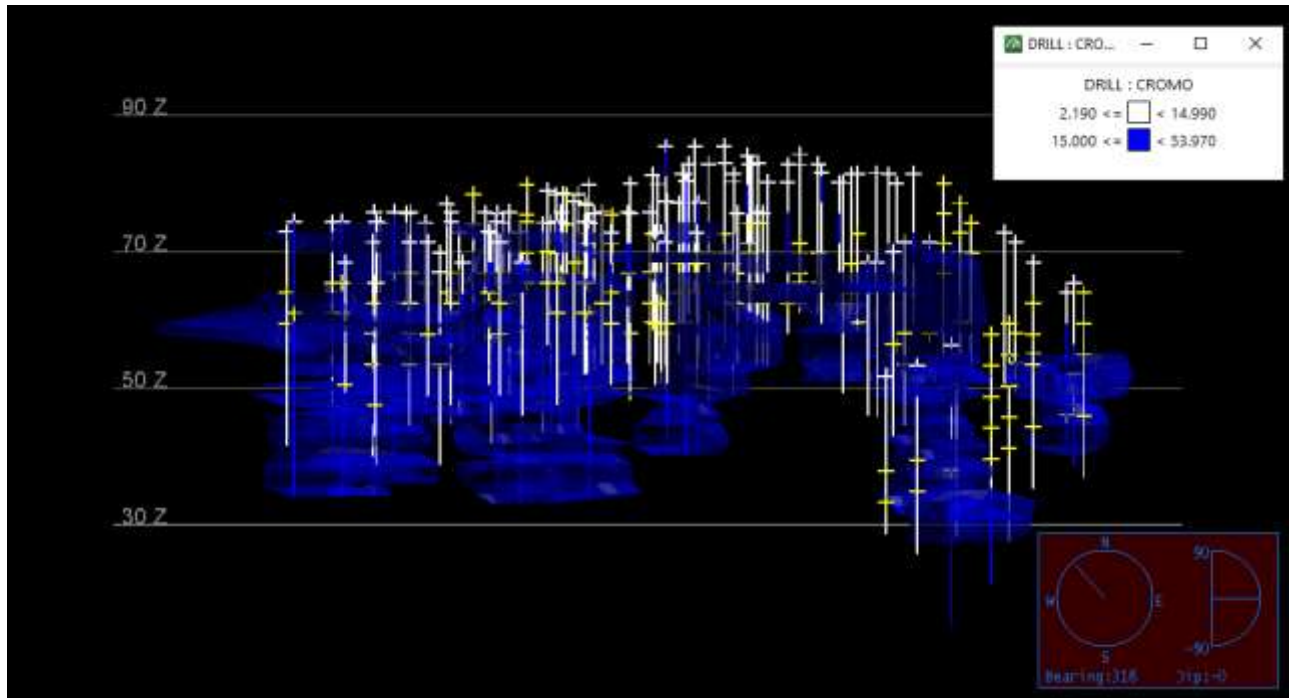


Figura 6.5 - Pontos no depósito em que o teor de SiO₂ é maior que os demais elementos maiores analisados.

O seguinte tópico apresentará a discussão do presente trabalho, baseando-se nos resultados obtidos dos últimos capítulos.

CAPÍTULO 7

DISCUSSÕES

Os dados obtidos nos capítulos anteriores permitem diversas discussões a respeito do tipo, da gênese e evolução do depósito de cromo estudado, bem como discorrer sobre possíveis diferenças em relação a literatura abordada. Permitem também fazer comparações com o potencial econômico do minério de cromo da mina A2T1. Nesse sentido, serão abordados a seguir os principais aspectos estudados a partir dos dados obtidos nos capítulos 4, 5 e 6.

Observa-se na figura 6.2 que as camadas de cromititos estão intercaladas com outras litologias, principalmente no maior bloco a sudeste do modelo construído. Em campo, foram coletadas amostras que indicam essa ocorrência, sendo encontrados um cromitito e um tremolita-serpentinó na área estudada. Isso pode indicar que as litologias analisadas se encontram na Zona Ultramáfica do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, proposta por Spier e Ferreira Filho (2001), como visto na figura 2.4.

A partir da análise da figura 6.3 percebe-se um alto conteúdo de alumínio na porção superficial da área analisada. Isso pode ocorrer devido ao intemperismo químico das camadas superficiais, que alteram os serpentinitos. Nesse sentido, em alguns casos, pode ocorrer o empobrecimento de magnésio e sílica, com enriquecimento de alumínio e ferro, como proposto por Zhou Bai (1992) e White e Dixon (2002).

A hipótese anterior também justifica o gráfico de dispersão $Cr / (Cr + Al)$, da figura 5.11, que apresenta comportamento oposto ao proposto por Spier e Ferreira Filho (2001), sendo esperado um aumento progressivo da relação da base para o topo. Entretanto, essa diferença também pode ser explicada pela intercalação dos cromititos com os tremolita-serpentinó. Já a relação $Fe / Fe + Cr + Al$ apresentou resultados semelhantes ao trabalho de Spier e Ferreira Filho (2001), com crescimento em relação as cotas, indicando uma sequência transicional para as unidades do Grupo Vila Nova.

De acordo com os resultados obtidos na fluorescência de raios X, a associação mineral mais encontrada nesse depósito é a aluminocromita $Fe(Cr,Al)_2O_4$, definida no tópico 3.4 por

Gonçalves (2001). Originalmente, existe a possibilidade de alteração por intemperismo das espécies minerais magnesiocromita (Mg,Fe)Cr₂O₄ e cromita FeCr₂O₄.

O método de análise de elementos maiores feito no presente trabalho não é o melhor para analisar o tipo de depósito. Zhou e Bai (1992) indicam que para a melhor definição do tipo de depósito deve-se analisar o teor de TiO₂. Porém, alguns dados químicos encontrados no podem ser relacionados aos tipos de depósitos estratiformes e podiformes, como mostradas no quadro 7.1 abaixo.

Quadro 7.1 - Comparação dos tipos de depósitos com a área estudada. Adaptado de Quadro 3.2 Thayer (1960).

Depósitos Estratiformes	Depósitos Podiformes	Área estudada	Semelhança
Cristais euédricos e grãos de 1mm	Cristais centimétricos, maiores que 1mm	Cristais euédricos e grãos de 1mm (Inferido, pois não foram feitas lâminas)	Estratiforme
Lineação muito rara	Lineação comum	Lineações não encontradas	Estratiforme
Alto conteúdo de ferro	Alto conteúdo de alumínio e alto cromo	Alto conteúdo de alumínio	Podiforme
Baixa razão Cr/Fe, por volta de 1,5	Alta relação Cr/Fe, por volta de 2,4	Razão Cr/Fe de 2,1	Podiforme
Teor de Cr ₂ O ₃ de 38% a 50%	Teor de Cr ₂ O ₃ de 15% a 65%	Teor de Cr ₂ O ₃ de 15% a 54%	Podiforme
Predomínio de Piroxênio X olivina	Predomínio de Olivina x piroxênio	Predomínio de Piroxênio X olivina	Estratiforme
Plagioclásio presente	Plagioclásio ausente	Plagioclásio presente	Estratiforme

Das sete características estudadas, quatro indicam uma semelhança maior com os depósitos estratiformes. As características atribuídas ao depósito podiforme podem ter ocorrido devido ao processo de enriquecimento supergênico de alumínio e empobrecimento de ferro, cromo e sílica. Nesse sentido, as características originais do depósito podem ter sido afetadas pela serpentinização das rochas e intemperismo químico na área de estudo. É válido ressaltar que foram analisadas somente duas amostras de rocha para classificações petrográficas, devido à dificuldade de visualização de afloramentos na região da Amazônia.

Ao se comparar as médias de teor de elementos maiores da área de estudo com os dados teóricos de teor dos depósitos estratiformes e podiformes apresentados no quadro 3.2, é

verificado uma discrepância de valores. O esperado era uma relação com o depósito estratiforme de Bushveld, proposto por Spier e Ferreira Filho (2001), como mencionado no capítulo 3.5. Notou-se um teor de Cr_2O_3 um pouco menor que o esperado e um teor de SiO_2 muito acima do esperado.

A diferença dos valores encontrados pode ter ocorrido devido a intercalação das camadas de cromitito com outras litologias, mostrado na figura 6.2. Entretanto, pode-se observar que o teor encontrado para Al_2O_3 se encaixa em alguns depósitos estratiformes, enquanto o teor de Fe é semelhante a alguns depósitos podiformes.

Em relação aos parâmetros químicos de comercialização de concentrados de minério de cromita, apresentados no quadro 3.4 de Papp (1994), percebe-se uma diferença considerável das relações Cr/Fe e $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ obtidas na área de estudo. A relação Cr/Fe de 2,41 se aplica a indústria química e de refratários, enquanto a relação $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ de 48,36% teria destinação recomendada apenas para a Metalurgia.

É válido considerar que os valores obtidos ainda não passaram pelo processo de beneficiamento, o que poderia aumentar as relações obtidas. Além disso, o minério da mina A2T1 pode ser agregado a outros minérios de cromo, o que poderia tornar a destinação final para a metalurgia, indústria química e refratários. É válido ressaltar que a exploração de alumínio no depósito seria economicamente inviável, já que o processo de separação do FeO e do Al_2O_3 apresenta alto custo, além de baixa eficácia.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES

Inicialmente buscou-se a determinação da composição química dos elementos maiores para avaliação do potencial econômico da área e para representação das assinaturas geoquímicas. Após a análise dos resultados obtidos na fluorescência de raios x, observou-se algumas contradições em relação a literatura, o que tornou o desenvolvimento da pesquisa mais complexa. O alto teor de alumínio e sílica encontrados indicaram que a metodologia deveria ser mais abrangente, tornando necessária a modelagem dos corpos pelo método da krigagem ordinária.

A partir da modelagem dos corpos de cromitito, verificou-se que área estudada no Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri pode representar uma intercalação de corpos de cromititos com outras litologias, que tendem a fazer parte da zona ultramáfica do complexo. A análise de amostras encontradas de cromitito e tremolita-serpentinó fortalecem essa hipótese.

Foi identificada uma grande quantidade de Al_2O_3 nas porções superficiais da região sondada, o que possivelmente é explicada pela intercalação dos cromititos com a tremolita-serpentinó, em que a atuação do intemperismo químico enriquece o mineral serpentina em alumínio e ferro, enquanto empobrece em magnésio e sílica.

Não foi possível determinar com precisão o tipo de depósito da região pesquisada. Entretanto, a partir da observação das amostras de cromititos e dos dados geoquímicos analisados, percebe-se uma maior possibilidade de se tratar de um depósito estratiforme. Portanto, para maiores esclarecimentos a respeito do tema, seria necessário um estudo mais detalhado da área, principalmente a respeito do teor dos elementos menores. Seria interessante também que o método de sondagem preservasse as amostras para estudos petrográficos, o que permitiria uma melhor compreensão das litologias locais e de seus contatos.

A relação Cr/Fe de 2,41 permite a destinação do uso do minério de cromita para a indústria química e produção de refratários, não sendo ideal para metalurgia. Apesar disso, pode-se combinar o minério da mina A2T1 com o minério de outras fontes, ampliando sua

destinação. Nesse sentido, é possível dizer que a área estudada no CMUB representa uma fonte de interesse econômico, o que podendo ser uma fonte de renda para a comunidade local. É válido ressaltar que o aproveitamento do minério da área está diretamente relacionado ao preço de comercialização no mercado.

Por fim, além de proporcionar um melhor conhecimento da área de estudo, o presente trabalho permitiu o aprendizado de programas como o *Vulcan* e *Minitab*. Permitiu também agregar conhecimento geológico a respeito do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, principalmente no ramo da geoquímica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avelar V.G. 2002. *Geocronologia Pb–Pb em zircão e Sm–Nd em rocha total da porção centro-norte do Estado do Amapá-Brasil: Implicações para a evolução geodinâmica do setor oriental do Escudo das Guianas*. PhD Teses, Universidade Federal do Pará, Belém, 289 p.
- Bacellar, G.A., Leal, G.R.N. 1973. *Perfil Analítico da Cromita*. Rio de Janeiro, DNPM, 55 p. (Bol. nº 10)
- Bahia, R., Faraco, M.T.L., Monteiro, M.A.S., Oliveira, M.A.O. 2004. Folha SA.22-Belém. In: C. Schobbenhaus, J.H. Gonçalves, J.O.S. Santos, M.B. Abram, R. Leão Neto, G.M.M. Matos, R.M. Vidotti, M.A.B. Ramos, J.D.A. Jesus. eds. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistemas de Informações Geográficas-SIG*. Programa Geologia do Brasil. Brasília, CPRM.CD-ROM.
- Carvalho, J. M. de A. 1984. *Projeto mapas metalogenéticos, e de previsão de recursos minerais da folha NA/NB.22 Escala 1:1.000.000*. Mapas. Macapá, Departamento Nacional da Produção Mineral, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais.
- Coelho Filho, A. C. 1998 Exaustão das Reservas Remanescentes do Distrito Manganésífero de Serra do Navio. *ICOMI (Relatório Interno)*, p. 143.
- Cordani, U. G., Neves, B. B. B. 1982. The geologic evolution of South America during the Archaean and Early Proterozoic. *Revista Brasileira de Geociências*, **12**:78-88.
- Cordani, U. G., Tassinari, C. C. G., Teixeira, W., Basei, M. A. S., & Kawashita, K. 1979. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: Congresso Geológico Chileno. Santiago, *Chilean Geological Society*, p. 137-148.
- Costa, M.L. 1987. *Impressões geológicas colhidas na região de Carajás*. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Pará. Belém. p. 25.
- Davis, J. C., 1986, *Statistics and data analysis in geology*, 2nd edn: Wiley, New York, 646 p
- Dias. T. G. 2018. Citação de referências e documentos eletrônicos. Disponível em: http://recursomineralmg.codemge.com.br/substancias-minerais/cromo/#Stowe_1994. Acessado em 02 out 2020.
- Duke, J. M. 1983. *Magmatic segregation deposits of chromite*. *Geoscience Canada*, v. 10, p. 133-143.
- Faraco M.T.L., Marinho P.A.C., Vale A.G., Costa J.S., Ferreira A.L., Valente C.R., Lacerda Filho J.V., Moreton L.C., Camargo L.C., Camargo M.A., Frasca A.A., Ribeiro P.S.E., Vasconcelos A.M., Oliveira M., Oliveira I.W.B., Areu Filho W., Gomes I.P. 2004c. Folha SC.22-Tocantins. In: C. Schobbenhaus, J.H. Gonçalves, J.O.S. Santos, M.B. Abram, R. Leão Neto, G.M.M. Matos, R.M. Vidotti, M.A.B. Ramos, J.D.A. Jesus. eds. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistemas de Informações Geográficas-SIG*. Programa Geologia do Brasil, CPRM, Brasília.CD-ROM.

- Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.
- Faraco, M. T. L., Mc Reath, I., Marinho, P. A. C. 2006. Os leucogranitóides peraluminosos colisional no domínio Paru-Ipitinga (SE do Escudo das Guianas). *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador, v. 43, p. 258.
- Guertin, J., Jacobs, J. A., Avakian, C. P. 2004. *Chromium (VI) handbook*. CRC press, p.67-80.
- Haldar, S. K. 2016. *Platinum-Nickel-Chromium Deposits: Geology, Exploration and Reserve Base*. Elsevier, p. 110-283.
- Hasui Y., Carneiro C.D.R., Almeida F.F.M.de, Bartorelli A. eds. 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. 144p.
- Heine, G. W. (1986). A controlled study of some two-dimensional interpolation methods. *COGS Computer Contributions*, 2(2), 60–72.
- Jorge João, X. da S.; Frizzo, S. J., Marinho, P. A., Carvalho, J. M. de A., Silva Neto, C. S. Souza, A. N. Guimarães, L. R. 1978. Projeto Sudoeste do Amapá. Belém: DNPM/ CPRM, v. 1-A, 224 p.
- Lam, N. S. 1983. Spatial interpolation methods a review. *American Cartographer*, p. 10 -129.
- Lima, I.C.L. 1984. Províncias geológicas do Cráton Amazônico, em Território do Grupo Vila Nova na região da Serra das Coambas - Amapá. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*. Goiânia, p. 663-677.
- Macambira, M.J.B., Pinheiro, R.V.L., Armstrong, R.A. 2007. A fronteira Arqueano-Paleoproterozóico no SE do Cráton Amazônico; abrupta no tempo, suave na tectônica? *In: Simpósio de Geologia da Amazônia*. Porto Velho, 1 CD-ROM. p. 9-23.
- Maliotis, G. 1999. Chromium: Uses & Markets, *Industrial Minerals Information Ltd, Worcester, England*, p. 1-161.
- Papp, J. F. 1994. Chromium. *In: Industrial Minerals and Rocks*, 6th Edition, D. D. Carr, Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, Colorado, p. 209-228.
- Pimentel, M. M., Spier, C. A., FERREIRA FILHO, C. F. 2002. Estudo Sm-Nd do Complexo Máfico-Ultramáfico Bacuri, Amapá: Idade da intrusão, Metamorfismo e Natureza do Magma Original. *In: Revista Brasileira de Geociências*, v. 32, n. 3, p. 371-376.
- Pinto, M. N. 1986. Unidades geomorfológicas do Distrito Federal. PhD Thesis. Instituto de Geografia. Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 97-109.
- Prichard, H. M., Sá, J. H. S., Fisher, P. C. 2001. Platinum-group mineral assemblages and chromite composition in the altered and deformed Bacuri complex, Amapa, northeastern Brazil. *In: The Canadian Mineralogist*, v. 39, n. 2, p. 377-396.
- Quaresma, L. F., Brasileiro. 2001. Balanço Mineral. Elemento Ferro. DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, DF, p. 112.
- Ramos, M., A., F. 2017. Sumário Mineral Brasileiro. *Departamento Nacional de Produção Mineral*. Ministério de Minas e Energia, Brasil, p. 96-98.
- Ricci, P. S. F., Carvalho, J. M. A., Rosa-Costa, L. T., Klein, E. L., Vasquez, M. L., Vale, A. G., ... & Araújo, O. J. B. 2001. Geologia e recursos minerais do Projeto RENCA–Fase I. *Belém, CPRM*. P.221-338

- Rosa-Costa, L. T. 2012. *Projeto Folha Rio Araguari e NA. 22-YB. Mapa Geológico (1: 250.000)*. Belém, Serviço Geológico do Brasil, p. 83.
- Royle, A.G.; Clausen, F.L.; Frederiksen, P. 1981. Practical universal kriging and automatic contouring. *Geo-Processing*, 1:377-394
- Santos, J. O. S. 2000. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *In: Gondwana Research*, v. 3, n. 4, p. 453-488.
- Santos, J.O.S. 2003. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. *In: Bizzi, L.A., Chobebenhaus, C. Vidot-Ti, R.M., Gonçalves, J.H. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília, p. 88-96.
- Santos, M. 2019. Geologia de Minas e técnicas de lavra a céu aberto. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 159 p.
- Schulte, R. F. 2010. Stratiform chromite deposit model. US Department of the Interior, US Geological Survey, p. 128-135.
- Schulte, R.F., Taylor, R.D., Piatak, N.M., and Seal, R.R. 2010. Stratiform chromite deposit model. U.S. Geological Survey Open-File Report 2010–1232, 7 p.
- Sousa, C. S., Santos, S., Brasil, R. C. 2007. Integração de dados aerogeofísicos (magnetometria) e de sensores remotos para a extração de lineamentos da região ao norte de Carajás, Província Maroni-Itacaiúnas. *In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Rio de Janeiro, p. 2199-2206.
- Spier, C.A., Ferreira Filho, C. F. 1999. Geologia, estratigrafia e depósitos minerais do projeto vila nova, Escudo das Guianas, Amapá, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 29:173-178.
- Spier, C.A., Ferreira Filho, C.F. 2001. The chromite deposits of the Bacuri mafic-ultramafic layered complex, Guyana Shield, Amapá State, Brazil. *Economic Geology*, 96:817-835.
- Stowe C.W. 1994. Compositions and tectonic settings of chromite deposits through time. *Economic Geology*, **89**(3):528-546.
- Strecheisen, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth-science reviews*, v. 12, n. 1, p. 1-33.
- Tassinari, C. C. G. 1996. *O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópico*. PhD Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, 259 p.
- Tassinari, C. C. G., Macambira, M. J. B. 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, v. 28, p. 471-485.
- Rosa-Costa, L. T., Lafon, J. M., Delor, C. Z. 2006. Geochronology and Sm–Nd isotopic study: further constraints for the Archean and Paleoproterozoic geodynamical evolution of the southeastern Guiana Shield, north of Amazonian Craton, Brazil. *Gondwana Research*, v. 10, n. 3-4, p. 277-300.
- Tassinari, C. C. G., Macambira, M. J. B. 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, v. 28, p. 471-485.
- Teixeira, W., Tassinari, C. C. G., Cordani, U. G., & Kawashita, K. 1989. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, 42(3-4), 213-227.

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

Thayer T.P., Jackson E.D. 1972. A classification of igneous rocks by their history of crystallization and emplacement. *In: USGS – United States Geological Survey. Geological Survey Research Chapter B. U.S. Geological Survey Prof. Paper. Estados Unidos, 800-B:B79-B83.*

Ugarte, J. F. de O., Sampaio, J. A., França, S. C. A. 2005. Rochas e Minerais Industriais. Ouro Preto, CETEM, p. 193.

Vasquez M. L., Souza C.S., Carvalho J.M.A. orgs. 2008. Mapa geológico e Recursos Minerais do Estado do Pará, escala 1:000.000. Programa Geologia do Brasil (PGB), Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil, Mapas Geológicos Estaduais. CPRM - Serv. Geol. Brasil, Superintendência Regional de Belém. Belém, p 136.

Vasquez, M. L. 2006 Geocronologia em zircão, monazita e granada e isótopos de Nd das associações litológicas da porção oeste do Domínio Bacajá. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belem, 144 p.

Walsh, L. 2012 Transformações metamórficas e química mineral de cromitas dos corpos de Alvorada de Minas - MG. MS Dissertation, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, p.224.

White, G.N., Dixon, J.B. 2002. Kaolin-Serpentine minerals. In: Dixon J.B., Schulze, D.G., eds. Soil mineralogy with environmental applications. Madison, *Soil Science Society of America*. p.389-414.

Wilson, M. 1989. Review of igneous petrogenesis: a global tectonic approach. *Terra Nova*, v. 1, n. 2, p. 466.

Zhou, M., Bai, W. 1992. Chromite deposits in China and their origin. *Mineralium Deposita*, v. 27, n. 3, p. 192-

Apêndice(s)

Furo	Profundidade (Metros)	Cr2O3 (%)	Fe (%)	SiO2 (%)	Al2O3 (%)	MnO (%)	R* (%)	Coord_X	Coord_Y	Coord_Z	COTA
1	0 a 3	7,85	24,2	24,71	16,19	0,03	0,27	418006	10037299	64,00	61
2	0 a 3	5,73	14,98	38,04	19,83	0,03	0,28	418006	10037300	65,00	62
3	0 a 3	5,19	25,82	29,42	16,01	0,02	0,16	418000	10037301	67,00	64
4	0 a 3	4,04	22,99	31,02	16,76	0,02	0,14	417996	10037303	69,00	66
5	0 a 3	4,46	24,67	32,68	17,43	0,02	0,14	417992	10037306	70,00	67
6	0 a 3	3,69	5,37	57,75	16,75	0	0,49	417986	10037308	71,00	68
7	0 a 3	3,89	17,03	39,45	17,49	0,01	0,18	417982	10037311	73,00	70
8	0 a 3	4,19	17,39	40,63	17,41	0,01	0,18	417979	10037312	75,00	72
9	0 a 3	3,85	18,91	34,31	18,04	0,01	0,16	418014	10037292	64,00	61
10	0 a 3	3,73	14,05	42,1	16,71	0	0,2	418015	10037283	63,00	60
11	0 a 3	3,71	20,63	26	18,22	0,02	0,14	418017	10037277	61,00	58
12	0 a 3	4,49	14,98	50,25	13,49	0,01	0,22	418019	10037272	60,00	57
13	0 a 3	23,59	18,71	15,74	15,66	0,2	0,88	418019	10037266	59,00	56
14	0 a 3	19,98	29,49	17,23	14,24	0,18	0,48	418019	10037261	57,00	54
15	0 a 3	4,46	18,9	38,96	17,18	0,02	0,18	418021	10037254	56,00	53

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

16	0 a 3	4,03	15,44	35,46	17,65	0,01	0,2	417996	10037294	55,00	52
17	0 a 3	25,08	16,84	17,25	17,06	0,22	1,04	417995	10037291	69,00	66
18	0 a 3	4	11,12	44,44	18,96	0,01	0,27	417996	10037286	69,00	66
19	0 a 3	4,01	13,32	47,02	14,99	0,01	0,23	417998	10037282	68,00	65
20	0 a 3	16,62	20,36	21,22	18,08	0,14	0,58	417999	10037277	67,00	64
21	0 a 3	16,82	23,43	16,78	14,04	0,13	0,51	418001	10037276	67,00	64
22	0 a 3	4,74	19,47	33,9	18,26	0,02	0,19	417976	10037305	76,00	73
23	0 a 3	5,16	18,54	35,49	15,83	0,02	0,21	417976	10037300	75,00	72
24	0 a 3	6,77	22,44	27,37	18,42	0,04	0,23	417978	10037297	75,00	72
25	0 a 3	15,18	32,51	16,23	13,9	0,09	0,34	417980	10037292	76,00	73
26	0 a 3	11,36	37,16	17,77	12,57	0,06	0,23	417979	10037288	75,00	72
27	0 a 3	5,56	30,14	26,14	16,71	0,03	0,15	417979	10037285	75,00	72
28	0 a 3	4,98	17,46	31,11	17,37	0,03	0,21	417978	10037281	75,00	72
29	0 a 3	17,49	23,55	19,18	16,51	0,14	0,53	417977	10037275	75,00	72
30	0 a 3	4,94	18,95	34,64	16,62	0,02	0,2	417978	10037271	73,00	70
31	0 a 3	7,63	29,27	24,74	16,41	0,06	0,2	417975	10037312	76,00	73
32	0 a 3	4,43	25,28	26,36	16,4	0,02	0,14	417971	10037314	75,00	72
33	0 a 3	4,17	14,74	35,67	20,04	0,01	0,21	417970	10037314	76,00	73
34	0 a 3	6,14	16,87	32,61	20,02	0,04	0,27	417965	10037314	76,00	73
35	0 a 3	5,39	40,9	19,05	12,84	0,03	0,11	417958	10037314	77,00	74
36	0 a 3	10,06	23,76	22,87	16,14	0,06	0,31	417951	10037314	78,00	75
37	0 a 3	4,37	17,72	38,59	14,76	0,01	0,19	417947	10037315	79,00	76
38	0 a 3	4,3	16,43	24,91	14,37	0,02	0,2	417943	10037315	79,00	76
39	0 a 3	16,58	25,74	9,82	11,25	0,13	0,46	417939	10037315	79,00	76
40	0 a 3	6,38	27,78	12,91	12,83	0,03	0,18	417956	10037309	77,00	74
41	0 a 3	5,26	25,46	29,64	17,92	0,03	0,16	417957	10037305	76,00	73

42	0 a 3	4,64	20,93	34,42	18,39	0,02	0,17	417958	10037300	77,00	74
43	0 a 3	5,63	28,2	26,19	17,79	0,03	0,16	417958	10037297	77,00	74
44	0 a 3	4,31	25,48	29,96	17,47	0,03	0,14	417952	10037299	75,00	72
45	0 a 3	7,77	28,06	25,95	17,42	0,05	0,21	417951	10037296	75,00	72
46	0 a 3	4,3	25,91	28,97	17,51	0,02	0,13	417962	10037298	77,00	74
47	0 a 3	6,61	29,19	24,57	17,64	0,06	0,17	417958	10037296	76,00	73
48	0 a 3	4,41	35	25,77	16,57	0,03	0,11	417960	10037304	77,00	74
49	0 a 3	5,38	44,61	19,55	12,82	0,04	0,1	417960	10037310	77,00	74
50	0 a 3	6,23	35,65	23,24	15,46	0,05	0,14	417964	10037310	77,00	74
51	0 a 3	4,93	33,7	23,89	16,38	0,03	0,12	417965	10037306	78,00	75
52	0 a 3	4,36	32,99	24,03	16,39	0,02	0,11	417953	10037302	76,00	73
53	0 a 3	5,55	37,57	20,99	15,42	0,04	0,12	417949	10037288	74,00	71
54	0 a 3	6,69	14,32	14,32	16,69	-0,43	0,32	417955	10037286	72,00	69
55	0 a 3	9,9	18,82	18,82	28,66	-0,33	0,36	417955	10037281	71,00	68
56	0 a 3	7,64	18,42	18,42	24,84	-0,4	0,28	417954	10037276	70,00	67
57	0 a 3	9,84	18,59	18,59	39,18	-0,31	0,36	417952	10037273	72,00	69
58	0 a 3	9,02	17,70	17,70	24,6	-0,35	0,35	417952	10037268	72,00	69
59	0 a 3	6,75	12,88	12,88	39,47	-0,4	0,36	417952	10037262	72,00	69
60	0 a 3	6,63	8,59	8,59	28,42	-0,42	0,53	417952	10037257	71,00	68
61	0 a 3	35,98	21,21	21,21	11,04	0,25	1,16	417952	10037252	71,00	68
62	0 a 3	22,74	27,96	27,96	15,08	0,14	0,56	417953	10037244	71,00	68
63	0 a 3	4,32	11,7	11,7	47,42	0,3	0,25	417952	10037244	70,00	67
64	0 a 3	19,42	20,97	20,97	15,5	0,28	0,63	417958	10037282	71,00	68
65	0 a 3	11,09	25,68	25,68	25,23	0,27	0,3	417959	10037275	71,00	68
66	0 a 3	9,37	19,21	19,21	30,3	0,26	0,33	417958	10037270	72,00	69

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

67	0 a 3	6,64	12,78	12,78	37,41	-0,41	0,36	417964	10037281	72,00	69
68	0 a 3	10,98	35,25	35,25	18,53	0,05	0,21	417963	10037276	71,00	68
69	0 a 3	3,37	14,63	14,63	33,98	0,3	0,16	417964	10037271	72,00	69
70	0 a 3	7,95	24,13	24,13	24,98	0,02	0,23	417963	10037267	71,00	68
71	0 a 3	5,71	14,96	14,96	38,02	0,01	0,26	417958	10037268	71,00	68
72	0 a 3	5,17	25,8	25,8	29,4	0	0,14	417936	10037310	72,00	69
73	0 a 3	4,02	22,97	22,97	31	0	0,12	417936	10037306	73,00	70
74	0 a 3	4,44	24,65	24,65	32,66	0	0,12	417937	10037302	74,00	71
75	0 a 3	3,67	5,35	5,35	57,73	-0,02	0,47	417936	10037297	75,00	72
76	0 a 3	3,87	17,01	17,01	39,43	-0,01	0,16	417935	10037290	74,00	71
77	0 a 3	4,17	17,37	17,37	40,61	-0,01	0,16	417935	10037286	73,00	70
78	0 a 3	3,83	18,89	18,89	34,29	-0,01	0,14	417935	10037280	72,00	69
79	0 a 3	3,71	14,03	14,03	42,08	-0,02	0,18	417935	10037276	71,00	68
80	0 a 3	3,69	20,61	20,61	25,98	0	0,12	417951	10037275	70,00	67
81	0 a 3	4,47	14,96	14,96	50,23	-0,01	0,2	417949	10037279	71,00	68
82	0 a 3	23,57	18,69	18,69	15,72	0,18	0,86	417950	10037277	72,00	69
83	0 a 3	19,96	29,47	29,47	17,21	0,16	0,46	417968	10037266	71,00	68
84	0 a 3	4,44	18,88	18,88	38,94	0	0,16	417968	10037270	71,00	68
85	0 a 3	4,01	15,42	15,42	35,44	-0,01	0,18	417968	10037274	70,00	67
86	0 a 3	25,06	16,82	16,82	17,23	0,2	1,02	417948	10037264	72,00	69
87	0 a 3	3,98	11,1	11,1	44,42	-0,01	0,25	417943	10037274	71,00	68
88	0 a 3	3,99	13,3	13,3	47	-0,01	0,21	417944	10037278	70,00	67
89	0 a 3	16,6	20,34	20,34	21,2	0,12	0,56	417964	10037286	70,00	67
90	0 a 3	16,8	23,41	23,41	16,76	0,11	0,49	417969	10037281	69,00	66
91	0 a 3	17,47	23,53	23,53	19,16	0,12	0,51	417969	10037286	73,00	70
92	0 a 3	5,14	18,52	18,52	35,47	0	0,19	417956	10037262	68,00	65

93	0 a 3	6,75	22,42	22,42	27,35	0,02	0,21	417959	10037262	67,00	64
94	0 a 3	15,16	32,49	32,49	16,21	0,07	0,32	417967	10037262	67,00	64
95	0 a 3	11,34	37,14	37,14	17,75	0,04	0,21	417967	10037257	70,00	67
96	0 a 3	5,54	30,12	30,12	26,12	0,01	0,13	417962	10037257	71,00	68
97	0 a 3	4,96	17,44	17,44	31,09	0,01	0,19	417947	10037256	71,00	68
98	0 a 3	16,56	25,72	25,72	9,8	0,11	0,44	417948	10037261	72,00	69
99	0 a 3	4,92	18,93	18,93	34,62	0	0,18	417947	10037256	71,00	68
100	0 a 3	7,61	29,25	29,25	24,72	0,04	0,18	417966	10037251	66,00	63
101	0 a 3	4,41	25,26	25,26	26,34	0	0,12	417961	10037252	69,00	66
102	0 a 3	4,15	14,72	14,72	35,65	-0,01	0,19	417957	10037251	69,00	66
103	0 a 3	6,12	16,85	16,85	32,59	0,02	0,25	417957	10037247	67,00	64
104	0 a 3	5,37	40,88	40,88	19,03	0,01	0,09	417961	10037247	65,00	62
105	0 a 3	10,04	23,74	23,74	22,85	0,04	0,29	417959	10037287	72,00	69
106	0 a 3	4,35	17,7	17,7	38,57	-0,01	0,17	417949	10037285	71,00	68
107	0 a 3	4,28	16,41	16,41	24,89	0	0,18	417962	10037291	73,00	70
108	0 a 3	4,72	19,45	19,45	33,88	0	0,17	417968	10037293	72,00	69
109	0 a 3	6,36	27,76	27,76	12,89	0,01	0,16	417967	10037298	72,00	69
110	0 a 3	5,24	25,44	25,44	29,62	0,01	0,14	417944	10037297	73,00	70
111	0 a 3	4,62	20,91	20,91	34,4	0	0,15	417943	10037297	74,00	71
112	0 a 3	7,75	28,04	28,04	25,93	0,03	0,19	417971	10037308	76,00	73
113	0 a 3	5,61	28,18	28,18	26,17	0,01	0,14	417946	10037305	76,00	73
114	0 a 3	4,29	25,46	25,46	29,94	0,01	0,12	417940	10037302	75,00	72
115	0 a 3	4,28	25,89	25,89	28,95	0	0,11	417940	10037297	74,00	71
116	0 a 3	6,59	29,17	29,17	24,55	0,04	0,15	417974	10037273	72,00	69
117	0 a 3	4,39	34,98	34,98	25,75	0,01	0,09	417973	10037267	72,00	69
118	0 a 3	5,36	44,59	44,59	19,53	0,02	0,08	417972	10037264	73,00	70
119	0 a 3	6,21	35,63	35,63	23,22	0,03	0,12	417973	10037259	74,00	71

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

120	0 a 3	4,91	33,68	33,68	23,87	0,01	0,1	417973	10037252	69,00	66
121	0 a 3	4,34	32,97	32,97	24,01	0	0,09	417968	10037247	69,00	66
122	0 a 3	5,53	37,55	37,55	20,97	0,02	0,1	417969	10037295	77,00	74
123	0 a 3	6,75	31,51	31,51	22,91	0,03	0,15	417975	10037288	72,00	69
124	0 a 3	3,74	19,6	19,6	29,08	0,03	0,13	417974	10037280	70,00	67
125	0 a 3	9,91	30,68	30,68	22,7	0,05	0,22	417973	10037275	70,00	67
1	6 a 9	38,66	13,31	6,06	12,28	0,3	1,98	418006	10037299	64,00	55,00
2	6 a 9	37,24	13,72	9,79	13,57	0,32	1,88	418006	10037300	65,00	56,00
3	6 a 9	3,61	4,49	51,13	17,77	0	0,57	418000	10037301	67,00	58,00
4	6 a 9	3,57	3,54	66,27	16,94	0	0,71	417996	10037303	69,00	60,00
5	6 a 9	3,52	3,68	61,74	18,45	0	0,67	417992	10037306	70,00	61,00
6	6 a 9	3,52	3,86	57,05	17,56	0	0,64	417986	10037308	71,00	62,00
7	6 a 9	3,47	2,88	69,77	18,88	0	0,85	417982	10037311	73,00	64,00
8	6 a 9	3,51	3,87	57,73	19,61	0	0,64	417979	10037312	75,00	66,00
9	6 a 9	3,48	3,82	39,6	23,46	0	0,64	418014	10037292	64,00	55,00
10	6 a 9	3,48	3,59	47,62	19,33	0	0,68	418015	10037283	63,00	54,00
11	6 a 9	3,74	12,75	39,43	16,29	0	0,22	418017	10037277	61,00	52,00
12	6 a 9	3,71	20,04	28,75	17,99	0,03	0,15	418019	10037272	60,00	51,00
13	6 a 9	14,04	13,67	24,64	21,42	0,18	0,72	418019	10037266	59,00	50,00
14	6 a 9	3,91	19,46	24,97	20,39	0,04	0,16	418019	10037261	57,00	48,00
15	6 a 9	4,27	16,95	25,1	19,71	0,04	0,19	418021	10037254	56,00	47,00
16	6 a 9	4,46	23,04	24,45	19,34	0,04	0,15	417996	10037294	55,00	46,00
17	6 a 9	38,24	13,86	7,76	13,14	0,3	1,91	417995	10037291	69,00	60,00
18	6 a 9	3,82	4,7	52,41	17,63	0	0,57	417996	10037286	69,00	60,00
19	6 a 9	3,52	3,12	78,5	16,21	0	0,79	417998	10037282	68,00	59,00
20	6 a 9	6,9	42,95	17,95	12,25	0,14	0,13	417999	10037277	67,00	58,00

21	6 a 9	3,84	26,13	25,01	17,05	0,05	0,12	418001	10037276	67,00	58,00
22	6 a 9	4,65	27,69	24,79	17,25	0,08	0,13	417976	10037305	76,00	67,00
23	6 a 9	9,04	22,88	23,42	17,09	0,06	0,29	417976	10037300	75,00	66,00
24	6 a 9	3,63	8,89	40,11	18,46	0	0,3	417978	10037297	75,00	66,00
25	6 a 9	3,95	16	25,1	21,14	0,03	0,19	417980	10037292	76,00	67,00
26	6 a 9	20,17	15,26	19,45	17,26	0,17	0,92	417979	10037288	75,00	66,00
27	6 a 9	4,69	7,19	38,88	19,03	0,02	0,47	417979	10037285	75,00	66,00
28	6 a 9	4,93	24	24,98	17,34	0,02	0,16	417978	10037281	75,00	66,00
29	6 a 9	40,09	13,86	6,96	13,11	0,34	2	417977	10037275	75,00	66,00
30	6 a 9	3,86	5,03	65,06	15,55	0	0,54	417978	10037271	73,00	64,00
31	6 a 9	26,78	15,55	16,41	15,43	0,24	1,2	417975	10037312	76,00	67,00
32	6 a 9	31,22	13,05	14,41	16,2	0,31	1,66	417971	10037314	75,00	66,00
33	6 a 9	3,88	10,69	33,35	20,49	0	0,27	417970	10037314	76,00	67,00
34	6 a 9	3,87	11,8	37,53	20,56	0	0,24	417965	10037314	76,00	67,00
35	6 a 9	4,34	23,91	21,36	16,4	0,02	0,14	417958	10037314	77,00	68,00
36	6 a 9	10,47	17,17	23,37	19,19	0,09	0,44	417951	10037314	78,00	69,00
37	6 a 9	3,91	22,78	23,37	18,48	0,02	0,14	417947	10037315	79,00	70,00
38	6 a 9	4,23	18,27	36,84	14,02	0,01	0,18	417943	10037315	79,00	70,00
39	6 a 9	4,22	19,08	21,02	14,64	0,02	0,17	417939	10037315	79,00	70,00
40	6 a 9	3,68	22,02	16,41	12,29	0,01	0,13	417956	10037309	77,00	68,00
41	6 a 9	35,69	13,63	12,8	13,4	0,31	1,81	417957	10037305	76,00	67,00
42	6 a 9	3,64	4,93	60,67	20,04	0	0,52	417958	10037300	77,00	68,00
43	6 a 9	3,86	30,44	25,06	15,87	0,09	0,11	417958	10037297	77,00	68,00
44	6 a 9	3,63	5,91	59,79	17,94	0	0,44	417952	10037299	75,00	66,00
45	6 a 9	3,68	17,4	31,67	20,47	0,02	0,16	417951	10037296	75,00	66,00
46	6 a 9	3,68	3,62	65,51	19,73	0,02	0,72	417962	10037298	77,00	68,00
47	6 a 9	4,2	28,13	25,94	17,74	0,04	0,12	417958	10037296	76,00	67,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

48	6 a 9	3,61	25,49	26,92	18,96	0,06	0,12	417960	10037304	77,00	68,00
49	6 a 9	3,68	27,5	21,05	19,9	0,06	0,11	417960	10037310	77,00	68,00
50	6 a 9	3,65	22,54	28,59	19,43	0,05	0,13	417964	10037310	77,00	68,00
51	6 a 9	3,92	23,69	24,83	19,23	0,03	0,13	417965	10037306	78,00	69,00
52	6 a 9	3,55	14,96	26,67	24	0,04	0,18	417953	10037302	76,00	67,00
53	6 a 9	3,62	15,81	41,29	18,17	0,01	0,18	417949	10037288	74,00	65,00
54	6 a 9	6,7	11,16	11,16	25,39	-0,41	0,41	417955	10037286	72,00	63,00
55	6 a 9	6,57	4,28	4,28	54,87	-0,37	1,05	417955	10037281	71,00	62,00
56	6 a 9	34,76	14,72	14,72	7,83	0,18	1,62	417954	10037276	70,00	61,00
57	6 a 9	7,28	16,94	16,94	27,64	-0,33	0,29	417952	10037273	72,00	63,00
58	6 a 9	8,88	12,65	12,65	31,33	-0,3	0,48	417952	10037268	72,00	63,00
59	6 a 9	6,01	10,37	10,37	52,62	-0,43	0,4	417952	10037262	72,00	63,00
60	6 a 9	6,54	5,16	5,16	36,03	-0,43	0,87	417952	10037257	71,00	62,00
61	6 a 9	37,09	14,48	14,48	10,61	0,29	1,75	417952	10037252	71,00	62,00
62	6 a 9	49,8	15,4	15,4	4,96	0,26	2,21	417953	10037244	71,00	62,00
63	6 a 9	2,19	7,14	7,14	53,49	0,31	0,21	417952	10037244	70,00	61,00
64	6 a 9	46,08	14,57	14,57	1,42	0,3	2,16	417958	10037282	71,00	62,00
65	6 a 9	47,74	15,92	15,92	5,16	0,27	2,05	417959	10037275	71,00	62,00
66	6 a 9	3,84	6,89	6,89	50,39	0,31	0,38	417958	10037270	72,00	63,00
67	6 a 9	7,52	42,19	42,19	15,63	0,15	0,12	417964	10037281	72,00	63,00
68	6 a 9	30,98	18,16	18,16	12,62	0,27	1,17	417963	10037276	71,00	62,00
69	6 a 9	40,82	14,04	14,04	3,67	0,29	1,99	417964	10037271	72,00	63,00
70	6 a 9	38,37	13,26	13,26	6,05	0,29	1,98	417963	10037267	71,00	62,00
71	6 a 9	3,72	12,73	12,73	39,41	-0,02	0,2	417958	10037268	71,00	62,00

72	6 a 9	3,59	4,47	4,47	51,11	-0,02	0,55	417936	10037310	72,00	63,00
73	6 a 9	3,55	3,52	3,52	66,25	-0,02	0,69	417936	10037306	73,00	64,00
74	6 a 9	3,5	3,66	3,66	61,72	-0,02	0,65	417937	10037302	74,00	65,00
75	6 a 9	3,5	3,84	3,84	57,03	-0,02	0,62	417936	10037297	75,00	66,00
76	6 a 9	3,45	2,86	2,86	69,75	-0,02	0,83	417935	10037290	74,00	65,00
77	6 a 9	3,49	3,85	3,85	57,71	-0,02	0,62	417935	10037286	73,00	64,00
78	6 a 9	3,46	3,8	3,8	39,58	-0,02	0,62	417935	10037280	72,00	63,00
79	6 a 9	3,46	3,57	3,57	47,6	-0,02	0,66	417935	10037276	71,00	62,00
80	6 a 9	14,02	13,65	13,65	24,62	0,16	0,7	417951	10037275	70,00	61,00
81	6 a 9	3,69	20,02	20,02	28,73	0,01	0,13	417949	10037279	71,00	62,00
82	6 a 9	37,22	13,7	13,7	9,77	0,3	1,86	417950	10037277	72,00	63,00
83	6 a 9	3,89	19,44	19,44	24,95	0,02	0,14	417968	10037266	71,00	62,00
84	6 a 9	4,25	16,93	16,93	25,08	0,02	0,17	417968	10037270	71,00	62,00
85	6 a 9	4,44	23,02	23,02	24,43	0,02	0,13	417968	10037274	70,00	61,00
86	6 a 9	38,22	13,84	13,84	7,74	0,28	1,89	417948	10037264	72,00	63,00
87	6 a 9	3,8	4,68	4,68	52,39	-0,02	0,55	417943	10037274	71,00	62,00
88	6 a 9	3,5	3,1	3,1	78,48	-0,02	0,77	417944	10037278	70,00	61,00
89	6 a 9	6,88	42,93	42,93	17,93	0,12	0,11	417964	10037286	70,00	61,00
90	6 a 9	3,82	26,11	26,11	24,99	0,03	0,1	417969	10037281	69,00	60,00
91	6 a 9	4,63	27,67	27,67	24,77	0,06	0,11	417969	10037286	73,00	64,00
92	6 a 9	9,02	22,86	22,86	23,4	0,04	0,27	417956	10037262	68,00	59,00
93	6 a 9	3,61	8,87	8,87	40,09	-0,02	0,28	417959	10037262	67,00	58,00
94	6 a 9	3,93	15,98	15,98	25,08	0,01	0,17	417967	10037262	67,00	58,00
95	6 a 9	20,15	15,24	15,24	19,43	0,15	0,9	417967	10037257	70,00	61,00
96	6 a 9	4,67	7,17	7,17	38,86	0	0,45	417962	10037257	71,00	62,00
97	6 a 9	4,91	23,98	23,98	24,96	0	0,14	417947	10037256	71,00	62,00
98	6 a 9	40,07	13,84	13,84	6,94	0,32	1,98	417948	10037261	72,00	63,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

99	6 a 9	3,84	5,01	5,01	65,04	-0,02	0,52	417947	10037256	71,00	62,00
100	6 a 9	26,76	15,53	15,53	16,39	0,22	1,18	417966	10037251	66,00	57,00
101	6 a 9	31,2	13,03	13,03	14,39	0,29	1,64	417961	10037252	69,00	60,00
102	6 a 9	3,86	10,67	10,67	33,33	-0,02	0,25	417957	10037251	69,00	60,00
103	6 a 9	3,85	11,78	11,78	37,51	-0,02	0,22	417957	10037247	67,00	58,00
104	6 a 9	4,32	23,89	23,89	21,34	0	0,12	417961	10037247	65,00	56,00
105	6 a 9	10,45	17,15	17,15	23,35	0,07	0,42	417959	10037287	72,00	63,00
106	6 a 9	3,89	22,76	22,76	23,35	0	0,12	417949	10037285	71,00	62,00
107	6 a 9	4,21	18,25	18,25	36,82	-0,01	0,16	417962	10037291	73,00	64,00
108	6 a 9	4,2	19,06	19,06	21	0	0,15	417968	10037293	72,00	63,00
109	6 a 9	3,66	22	22	16,39	-0,01	0,11	417967	10037298	72,00	63,00
110	6 a 9	35,67	13,61	13,61	12,78	0,29	1,79	417944	10037297	73,00	64,00
111	6 a 9	3,62	4,91	4,91	60,65	-0,02	0,5	417943	10037297	74,00	65,00
112	6 a 9	3,66	17,38	17,38	31,65	0	0,14	417971	10037308	76,00	67,00
113	6 a 9	3,84	30,42	30,42	25,04	0,07	0,09	417946	10037305	76,00	67,00
114	6 a 9	3,61	5,89	5,89	59,77	-0,02	0,42	417940	10037302	75,00	66,00
115	6 a 9	3,66	3,6	3,6	65,49	0	0,7	417940	10037297	74,00	65,00
116	6 a 9	4,18	28,11	28,11	25,92	0,02	0,1	417974	10037273	72,00	63,00
117	6 a 9	3,59	25,47	25,47	26,9	0,04	0,1	417973	10037267	72,00	63,00
118	6 a 9	3,66	27,48	27,48	21,03	0,04	0,09	417972	10037264	73,00	64,00
119	6 a 9	3,63	22,52	22,52	28,57	0,03	0,11	417973	10037259	74,00	65,00
120	6 a 9	3,9	23,67	23,67	24,81	0,01	0,11	417973	10037252	69,00	60,00
121	6 a 9	3,53	14,94	14,94	26,65	0,02	0,16	417968	10037247	69,00	60,00
122	6 a 9	3,6	15,79	15,79	41,27	-0,01	0,16	417969	10037295	77,00	68,00
123	6 a 9	3,91	19,98	19,98	26,33	0,01	0,13	417975	10037288	72,00	63,00
124	6 a 9	3,47	16,6	16,6	29,57	0,01	0,14	417974	10037280	70,00	61,00

125	6 a 9	3,62	28,68	28,68	26,31	0,04	0,09	417973	10037275	70,00	61,00
1	9 a 12	39,46	14,88	6,37	12,06	0,33	1,84	418006	10037299	64,00	52,00
2	9 a 12	5,29	21,17	29,3	17,79	0,06	0,19	418006	10037300	65,00	53,00
3	9 a 12	3,58	5,62	44,01	19,29	0	0,45	418000	10037301	67,00	55,00
4	9 a 12	3,64	3,23	62,26	18,57	0	0,79	417996	10037303	69,00	57,00
5	9 a 12	3,55	2,78	67,19	18,05	0	0,9	417992	10037306	70,00	58,00
6	9 a 12	3,51	4,47	58,02	17,26	0	0,56	417986	10037308	71,00	59,00
7	9 a 12	3,75	3,05	71,44	18,59	0	0,86	417982	10037311	73,00	61,00
8	9 a 12	3,44	3,6	42,31	20,81	0	0,67	417979	10037312	75,00	63,00
9	9 a 12	3,75	3,97	36,16	22,61	0	0,67	418014	10037292	64,00	52,00
10	9 a 12	4,13	10,49	55,16	13,31	0,01	0,29	418015	10037283	63,00	51,00
11	9 a 12	6,5	12,43	28,84	20,07	0,07	0,38	418017	10037277	61,00	49,00
12	9 a 12	3,64	17,23	29,6	20,89	0,02	0,16	418019	10037272	60,00	48,00
13	9 a 12	41,23	14,47	4,78	12,11	0,38	1,97	418019	10037266	59,00	47,00
14	9 a 12	4,6	23,24	24,71	18,54	0,07	0,16	418019	10037261	57,00	45,00
15	9 a 12	4	18,9	25,23	20,52	0,04	0,16	418021	10037254	56,00	44,00
16	9 a 12	4,21	22,32	26,09	18,66	0,04	0,15	417996	10037294	55,00	43,00
17	9 a 12	38,05	14,06	9,04	12,68	0,33	1,87	417995	10037291	69,00	57,00
18	9 a 12	3,63	14,88	37,34	17,3	0,02	0,19	417996	10037286	69,00	57,00
19	9 a 12	4,02	16,89	35,06	18,71	0,03	0,18	417998	10037282	68,00	56,00
20	9 a 12	4,51	22,15	33,18	15,92	0,07	0,16	417999	10037277	67,00	55,00
21	9 a 12	3,56	21,54	25,46	18,88	0,04	0,13	418001	10037276	67,00	55,00
22	9 a 12	3,82	25,1	25,05	17,91	0,05	0,12	417976	10037305	76,00	64,00
23	9 a 12	3,9	21,39	24,92	16,25	0,01	0,14	417976	10037300	75,00	63,00
24	9 a 12	37,42	15,18	7,52	12,46	0,31	1,71	417978	10037297	75,00	63,00
25	9 a 12	3,62	16,37	28,28	21,56	0,04	0,17	417980	10037292	76,00	64,00
26	9 a 12	5,38	21,67	25,29	18,9	0,09	0,19	417979	10037288	75,00	63,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

27	9 a 12	37,56	14,16	8,13	14,05	0,33	1,84	417979	10037285	75,00	63,00
28	9 a 12	3,55	6,44	55,07	18,09	0,02	0,4	417978	10037281	75,00	63,00
29	9 a 12	37,95	13,8	9,28	13,03	0,33	1,9	417977	10037275	75,00	63,00
30	9 a 12	3,65	7,66	41,1	21,44	0,07	0,35	417978	10037271	73,00	61,00
31	9 a 12	7,36	21,08	23,67	19,03	0,09	0,26	417975	10037312	76,00	64,00
32	9 a 12	34,1	13,29	11,94	14,62	0,33	1,78	417971	10037314	75,00	63,00
33	9 a 12	13,33	12,78	25,51	22,74	0,16	0,73	417970	10037314	76,00	64,00
34	9 a 12	3,99	14,93	30,79	21	0,03	0,2	417965	10037314	76,00	64,00
35	9 a 12	11,7	14,97	23,82	19,8	0,14	0,55	417958	10037314	77,00	65,00
36	9 a 12	11,38	15,71	25,78	21,1	0,12	0,52	417951	10037314	78,00	66,00
37	9 a 12	4,44	15,41	27,86	22,04	0,05	0,22	417947	10037315	79,00	67,00
38	9 a 12	3,87	23,53	23,94	18,81	0,03	0,13	417943	10037315	79,00	67,00
39	9 a 12	3,78	16,84	22,86	16,02	0,01	0,17	417939	10037315	79,00	67,00
40	9 a 12	3,46	13,01	17,13	13,43	0,01	0,2	417956	10037309	77,00	65,00
41	9 a 12	36,06	13,95	12,4	13,81	0,31	1,79	417957	10037305	76,00	64,00
42	9 a 12	5,09	4,49	60,82	20,42	0,03	0,8	417958	10037300	77,00	65,00
43	9 a 12	3,78	20	29,26	19,9	0,05	0,15	417958	10037297	77,00	65,00
44	9 a 12	4,13	33,44	27,03	15,29	0,03	0,1	417952	10037299	75,00	63,00
45	9 a 12	3,61	16,63	35,16	20,23	0,03	0,17	417951	10037296	75,00	63,00
46	9 a 12	3,46	3,41	63,86	18,86	0	0,71	417962	10037298	77,00	65,00
47	9 a 12	3,83	23,44	28,67	18,41	0,05	0,13	417958	10037296	76,00	64,00
48	9 a 12	3,58	27,01	25,89	18,51	0,07	0,11	417960	10037304	77,00	65,00
49	9 a 12	3,69	23,23	26,27	18,72	0,06	0,13	417960	10037310	77,00	65,00
50	9 a 12	3,74	25,6	25,06	18,89	0,07	0,12	417964	10037310	77,00	65,00
51	9 a 12	3,86	30,09	21,22	17,42	0,06	0,11	417965	10037306	78,00	66,00
52	9 a 12	3,54	19,9	27,15	20,49	0,06	0,14	417953	10037302	76,00	64,00

53	9 a 12	3,51	17,4	34,39	19,73	0,01	0,16	417949	10037288	74,00	62,00
54	9 a 12	6,85	12,12	12,12	29,97	-0,39	0,39	417955	10037286	72,00	60,00
55	9 a 12	31,95	13,16	13,16	14,44	0,21	1,66	417955	10037281	71,00	59,00
56	9 a 12	6,35	9,63	9,63	32,29	-0,39	0,45	417954	10037276	70,00	58,00
57	9 a 12	10,01	11,87	11,87	24,16	-0,28	0,58	417952	10037273	72,00	60,00
58	9 a 12	16,18	23,79	23,79	19,77	-0,15	0,47	417952	10037268	72,00	60,00
59	9 a 12	6,02	9,6	9,6	31,08	-0,45	0,43	417952	10037262	72,00	60,00
60	9 a 12	6,18	5,78	5,78	32,29	-0,45	0,73	417952	10037257	71,00	59,00
61	9 a 12	41,09	14,81	14,81	5,87	0,26	1,9	417952	10037252	71,00	59,00
62	9 a 12	50,49	15,18	15,18	4,17	0,23	2,28	417953	10037244	71,00	59,00
63	9 a 12	2,89	11,69	11,69	41,07	0,3	0,17	417952	10037244	70,00	58,00
64	9 a 12	48,74	15,18	15,18	3,07	0,28	2,2	417958	10037282	71,00	59,00
65	9 a 12	46,2	15,36	15,36	4,09	0,27	2,06	417959	10037275	71,00	59,00
66	9 a 12	2,45	7,38	7,38	53,14	0,3	0,23	417958	10037270	72,00	60,00
67	9 a 12	4,71	26,03	26,03	22,5	0,08	0,12	417964	10037281	72,00	60,00
68	9 a 12	5,51	22,18	22,18	27,99	0,07	0,17	417963	10037276	71,00	59,00
69	9 a 12	37,32	14,61	14,61	6,06	0,3	1,75	417964	10037271	72,00	60,00
70	9 a 12	39,42	14,84	14,84	6,33	0,31	1,82	417963	10037267	71,00	59,00
71	9 a 12	5,27	21,15	21,15	29,28	0,04	0,17	417958	10037268	71,00	59,00
72	9 a 12	3,56	5,6	5,6	43,99	-0,02	0,43	417936	10037310	72,00	60,00
73	9 a 12	3,62	3,21	3,21	62,24	-0,02	0,77	417936	10037306	73,00	61,00
74	9 a 12	3,53	2,76	2,76	67,17	-0,02	0,88	417937	10037302	74,00	62,00
75	9 a 12	3,49	4,45	4,45	58	-0,02	0,54	417936	10037297	75,00	63,00
76	9 a 12	3,73	3,03	3,03	71,42	-0,02	0,84	417935	10037290	74,00	62,00
77	9 a 12	3,42	3,58	3,58	42,29	-0,02	0,65	417935	10037286	73,00	61,00
78	9 a 12	3,73	3,95	3,95	36,14	-0,02	0,65	417935	10037280	72,00	60,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

79	9 a 12	4,11	10,47	10,47	55,14	-0,01	0,27	417935	10037276	71,00	59,00
80	9 a 12	6,48	12,41	12,41	28,82	0,05	0,36	417951	10037275	70,00	58,00
81	9 a 12	3,62	17,21	17,21	29,58	0	0,14	417949	10037279	71,00	59,00
82	9 a 12	41,21	14,45	14,45	4,76	0,36	1,95	417950	10037277	72,00	60,00
83	9 a 12	4,58	23,22	23,22	24,69	0,05	0,14	417968	10037266	71,00	59,00
84	9 a 12	3,98	18,88	18,88	25,21	0,02	0,14	417968	10037270	71,00	59,00
85	9 a 12	4,19	22,3	22,3	26,07	0,02	0,13	417968	10037274	70,00	58,00
86	9 a 12	38,03	14,04	14,04	9,02	0,31	1,85	417948	10037264	72,00	60,00
87	9 a 12	3,61	14,86	14,86	37,32	0	0,17	417943	10037274	71,00	59,00
88	9 a 12	4	16,87	16,87	35,04	0,01	0,16	417944	10037278	70,00	58,00
89	9 a 12	4,49	22,13	22,13	33,16	0,05	0,14	417964	10037286	70,00	58,00
90	9 a 12	3,54	21,52	21,52	25,44	0,02	0,11	417969	10037281	69,00	57,00
91	9 a 12	3,8	25,08	25,08	25,03	0,03	0,1	417969	10037286	73,00	61,00
92	9 a 12	3,88	21,37	21,37	24,9	-0,01	0,12	417956	10037262	68,00	56,00
93	9 a 12	37,4	15,16	15,16	7,5	0,29	1,69	417959	10037262	67,00	55,00
94	9 a 12	3,6	16,35	16,35	28,26	0,02	0,15	417967	10037262	67,00	55,00
95	9 a 12	5,36	21,65	21,65	25,27	0,07	0,17	417967	10037257	70,00	58,00
96	9 a 12	37,54	14,14	14,14	8,11	0,31	1,82	417962	10037257	71,00	59,00
97	9 a 12	3,53	6,42	6,42	55,05	0	0,38	417947	10037256	71,00	59,00
98	9 a 12	37,93	13,78	13,78	9,26	0,31	1,88	417948	10037261	72,00	60,00
99	9 a 12	3,63	7,64	7,64	41,08	0,05	0,33	417947	10037256	71,00	59,00
100	9 a 12	7,34	21,06	21,06	23,65	0,07	0,24	417966	10037251	66,00	54,00
101	9 a 12	34,08	13,27	13,27	11,92	0,31	1,76	417961	10037252	69,00	57,00
102	9 a 12	13,31	12,76	12,76	25,49	0,14	0,71	417957	10037251	69,00	57,00
103	9 a 12	3,97	14,91	14,91	30,77	0,01	0,18	417957	10037247	67,00	55,00
104	9 a 12	11,68	14,95	14,95	23,8	0,12	0,53	417961	10037247	65,00	53,00

105	9 a 12	11,36	15,69	15,69	25,76	0,1	0,5	417959	10037287	72,00	60,00
106	9 a 12	4,42	15,39	15,39	27,84	0,03	0,2	417949	10037285	71,00	59,00
107	9 a 12	3,85	23,51	23,51	23,92	0,01	0,11	417962	10037291	73,00	61,00
108	9 a 12	3,76	16,82	16,82	22,84	-0,01	0,15	417968	10037293	72,00	60,00
109	9 a 12	3,44	12,99	12,99	17,11	-0,01	0,18	417967	10037298	72,00	60,00
110	9 a 12	36,04	13,93	13,93	12,38	0,29	1,77	417944	10037297	73,00	61,00
111	9 a 12	5,07	4,47	4,47	60,8	0,01	0,78	417943	10037297	74,00	62,00
112	9 a 12	3,59	16,61	16,61	35,14	0,01	0,15	417971	10037308	76,00	64,00
113	9 a 12	3,76	19,98	19,98	29,24	0,03	0,13	417946	10037305	76,00	64,00
114	9 a 12	4,11	33,42	33,42	27,01	0,01	0,08	417940	10037302	75,00	63,00
115	9 a 12	3,44	3,39	3,39	63,84	-0,02	0,69	417940	10037297	74,00	62,00
116	9 a 12	3,81	23,42	23,42	28,65	0,03	0,11	417974	10037273	72,00	60,00
117	9 a 12	3,56	26,99	26,99	25,87	0,05	0,09	417973	10037267	72,00	60,00
118	9 a 12	3,67	23,21	23,21	26,25	0,04	0,11	417972	10037264	73,00	61,00
119	9 a 12	3,72	25,58	25,58	25,04	0,05	0,1	417973	10037259	74,00	62,00
120	9 a 12	3,84	30,07	30,07	21,2	0,04	0,09	417973	10037252	69,00	57,00
121	9 a 12	3,52	19,88	19,88	27,13	0,04	0,12	417968	10037247	69,00	57,00
122	9 a 12	3,49	17,38	17,38	34,37	-0,01	0,14	417969	10037295	77,00	65,00
123	9 a 12	3,62	18,31	18,31	27,06	0	0,14	417975	10037288	72,00	60,00
124	9 a 12	5,51	27,53	27,53	23,81	0,02	0,14	417974	10037280	70,00	58,00
125	9 a 12	3,59	28,72	28,72	26,64	0,01	0,09	417973	10037275	70,00	58,00
1	12 a 15	36,87	13,92	9,39	13,98	0,32	1,83	418006	10037299	64,00	49,00
2	12 a 15	34,61	16,44	9,13	13,04	0,29	1,46	418006	10037300	65,00	50,00
3	12 a 15	3,55	3,53	55,55	20,44	0	0,71	418000	10037301	67,00	52,00
4	12 a 15	3,55	3,98	60,19	19,87	0	0,63	417996	10037303	69,00	54,00
5	12 a 15	3,5	2,94	59,52	19,09	0	0,84	417992	10037306	70,00	55,00
6	12 a 15	3,71	2,92	62,31	17,52	0	0,89	417986	10037308	71,00	56,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

7	12 a 15	3,49	2,12	80,3	17,75	0	1,15	417982	10037311	73,00	58,00
8	12 a 15	3,44	3,01	44,99	19,42	0	0,8	417979	10037312	75,00	60,00
9	12 a 15	3,62	3,28	44,41	21,9	0	0,78	418014	10037292	64,00	49,00
10	12 a 15	3,74	12,53	36,9	16,49	0	0,22	418015	10037283	63,00	48,00
11	12 a 15	3,5	4,63	51,41	20,23	-0,01	0,54	418017	10037277	61,00	46,00
12	12 a 15	7,5	24,1	24,43	16,86	0,07	0,23	418019	10037272	60,00	45,00
13	12 a 15	26,67	12,53	20	17,88	0,27	1,48	418019	10037266	59,00	44,00
14	12 a 15	3,78	24,95	24,61	18,02	0,07	0,12	418019	10037261	57,00	42,00
15	12 a 15	3,9	24,47	23,35	19,76	0,07	0,13	418021	10037254	56,00	41,00
16	12 a 15	3,72	14,81	26,56	20,7	0,04	0,19	417996	10037294	55,00	40,00
17	12 a 15	33,71	13,76	12,93	14,76	0,34	1,7	417995	10037291	69,00	54,00
18	12 a 15	4,14	14,53	27,89	19,68	0,02	0,21	417996	10037286	69,00	54,00
19	12 a 15	8,69	25,39	27,32	18	0,16	0,25	417998	10037282	68,00	53,00
20	12 a 15	4,14	16,45	33,19	16,36	0,04	0,19	417999	10037277	67,00	52,00
21	12 a 15	3,62	19,69	26,39	20,88	0,04	0,15	418001	10037276	67,00	52,00
22	12 a 15	3,89	16,75	27,48	20,96	0,04	0,18	417976	10037305	76,00	61,00
23	12 a 15	6,57	27,68	22,03	15,95	0,08	0,18	417976	10037300	75,00	60,00
24	12 a 15	17,15	16,69	23,16	17,22	0,18	0,72	417978	10037297	75,00	60,00
25	12 a 15	3,65	24,5	26,49	19,38	0,09	0,12	417980	10037292	76,00	61,00
26	12 a 15	5,04	27,94	20,73	18,76	0,1	0,14	417979	10037288	75,00	60,00
27	12 a 15	8,66	21,66	25,63	17,47	0,12	0,29	417979	10037285	75,00	60,00
28	12 a 15	34,5	12,75	10,8	12,8	0,31	1,87	417978	10037281	75,00	60,00
29	12 a 15	30,63	12,96	15,85	16,81	0,33	1,64	417977	10037275	75,00	60,00
30	12 a 15	3,62	7,4	38,43	21,93	0,04	0,35	417978	10037271	73,00	58,00
31	12 a 15	4,73	27,16	19,16	17,96	0,08	0,14	417975	10037312	76,00	61,00
32	12 a 15	14,44	18,65	25,03	18,32	0,18	0,55	417971	10037314	75,00	60,00

33	12 a 15	4,52	24,74	26,66	17,88	0,04	0,14	417970	10037314	76,00	61,00
34	12 a 15	19,18	13,6	22,93	21,01	0,21	0,99	417965	10037314	76,00	61,00
35	12 a 15	7,6	12,74	29,54	20,14	0,13	0,43	417958	10037314	77,00	62,00
36	12 a 15	5,78	17,74	29,9	18,36	0,05	0,24	417951	10037314	78,00	63,00
37	12 a 15	6,38	14,8	27,5	20,98	0,08	0,31	417947	10037315	79,00	64,00
38	12 a 15	10,4	21,35	27,54	17,5	0,08	0,35	417943	10037315	79,00	64,00
39	12 a 15	3,57	12,9	21,75	16,33	0,01	0,21	417939	10037315	79,00	64,00
40	12 a 15	3,72	12,55	21,46	14,01	0	0,22	417956	10037309	77,00	62,00
41	12 a 15	35,6	14,01	12,12	13,89	0,33	1,76	417957	10037305	76,00	61,00
42	12 a 15	19,74	13,01	25,85	19,6	0,25	1,06	417958	10037300	77,00	62,00
43	12 a 15	3,7	17,89	34	19,83	0,05	0,16	417958	10037297	77,00	62,00
44	12 a 15	9,24	33,26	20,96	15,47	0,14	0,21	417952	10037299	75,00	60,00
45	12 a 15	3,65	13,29	34,34	22,67	0,01	0,21	417951	10037296	75,00	60,00
46	12 a 15	3,76	6,25	52,74	19,64	0,01	0,43	417962	10037298	77,00	62,00
47	12 a 15	3,56	23,99	28,97	19,03	0,05	0,12	417958	10037296	76,00	61,00
48	12 a 15	3,56	24,01	27,96	19,04	0,07	0,12	417960	10037304	77,00	62,00
49	12 a 15	3,76	22,83	26,53	18,99	0,06	0,13	417960	10037310	77,00	62,00
50	12 a 15	3,69	29,61	21,2	18,59	0,08	0,1	417964	10037310	77,00	62,00
51	12 a 15	3,67	29	22,45	18,33	0,08	0,11	417965	10037306	78,00	63,00
52	12 a 15	3,6	21,86	27,47	20,08	0,07	0,13	417953	10037302	76,00	61,00
53	12 a 15	3,64	16,03	40,06	18,31	0,01	0,17	417949	10037288	74,00	59,00
54	12 a 15	6,35	13,24	13,24	30,64	-0,39	0,33	417955	10037286	72,00	57,00
55	12 a 15	30,96	11,16	11,16	8,5	0,22	1,9	417955	10037281	71,00	56,00
56	12 a 15	45,09	15,44	15,44	4,42	0,33	2	417954	10037276	70,00	55,00
57	12 a 15	30,3	12,76	12,76	12,32	0,19	1,62	417952	10037273	72,00	57,00
58	12 a 15	7,2	12,30	12,30	30,94	-0,37	0,4	417952	10037268	72,00	57,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

59	12 a 15	11,98	14,54	14,54	27,6	-0,18	0,56	417952	10037262	72,00	57,00
60	12 a 15	6,26	11,26	11,26	32,65	-0,42	0,38	417952	10037257	71,00	56,00
61	12 a 15	36,46	17,19	17,19	8,84	0,28	1,45	417952	10037252	71,00	56,00
62	12 a 15	30,65	18,53	18,53	16,89	0,19	1,13	417953	10037244	71,00	56,00
63	12 a 15	2,86	18,5	18,5	32,13	0,28	0,11	417952	10037244	70,00	55,00
64	12 a 15	50,07	15,43	15,43	3,96	0,26	2,22	417958	10037282	71,00	56,00
65	12 a 15	6,32	7,46	7,46	25,58	-0,43	0,58	417959	10037275	71,00	56,00
66	12 a 15	2,3	10,45	10,45	41,85	0,29	0,15	417958	10037270	72,00	57,00
67	12 a 15	4,13	24,15	24,15	25,27	0,08	0,12	417964	10037281	72,00	57,00
68	12 a 15	6,35	21,7	21,7	27,13	0,08	0,2	417963	10037276	71,00	56,00
69	12 a 15	17,95	16,6	16,6	21,32	0,16	0,74	417964	10037271	72,00	57,00
70	12 a 15	36,85	13,9	13,9	9,37	0,3	1,81	417963	10037267	71,00	56,00
71	12 a 15	34,59	16,42	16,42	9,11	0,27	1,44	417958	10037268	71,00	56,00
72	12 a 15	3,53	3,51	3,51	55,53	-0,02	0,69	417936	10037310	72,00	57,00
73	12 a 15	3,53	3,96	3,96	60,17	-0,02	0,61	417936	10037306	73,00	58,00
74	12 a 15	3,48	2,92	2,92	59,5	-0,02	0,82	417937	10037302	74,00	59,00
75	12 a 15	3,69	2,9	2,9	62,29	-0,02	0,87	417936	10037297	75,00	60,00
76	12 a 15	3,47	2,1	2,1	80,28	-0,02	1,13	417935	10037290	74,00	59,00
77	12 a 15	3,42	2,99	2,99	44,97	-0,02	0,78	417935	10037286	73,00	58,00
78	12 a 15	3,6	3,26	3,26	44,39	-0,02	0,76	417935	10037280	72,00	57,00
79	12 a 15	3,72	12,51	12,51	36,88	-0,02	0,2	417935	10037276	71,00	56,00
80	12 a 15	3,48	4,61	4,61	51,39	-0,03	0,52	417951	10037275	70,00	55,00
81	12 a 15	7,48	24,08	24,08	24,41	0,05	0,21	417949	10037279	71,00	56,00
82	12 a 15	26,65	12,51	12,51	19,98	0,25	1,46	417950	10037277	72,00	57,00
83	12 a 15	3,76	24,93	24,93	24,59	0,05	0,1	417968	10037266	71,00	56,00
84	12 a 15	3,88	24,45	24,45	23,33	0,05	0,11	417968	10037270	71,00	56,00

85	12 a 15	3,7	14,79	14,79	26,54	0,02	0,17	417968	10037274	70,00	55,00
86	12 a 15	33,69	13,74	13,74	12,91	0,32	1,68	417948	10037264	72,00	57,00
87	12 a 15	4,12	14,51	14,51	27,87	0	0,19	417943	10037274	71,00	56,00
88	12 a 15	8,67	25,37	25,37	27,3	0,14	0,23	417944	10037278	70,00	55,00
89	12 a 15	4,12	16,43	16,43	33,17	0,02	0,17	417964	10037286	70,00	55,00
90	12 a 15	3,6	19,67	19,67	26,37	0,02	0,13	417969	10037281	69,00	54,00
91	12 a 15	3,87	16,73	16,73	27,46	0,02	0,16	417969	10037286	73,00	58,00
92	12 a 15	6,55	27,66	27,66	22,01	0,06	0,16	417956	10037262	68,00	53,00
93	12 a 15	17,13	16,67	16,67	23,14	0,16	0,7	417959	10037262	67,00	52,00
94	12 a 15	3,63	24,48	24,48	26,47	0,07	0,1	417967	10037262	67,00	52,00
95	12 a 15	5,02	27,92	27,92	20,71	0,08	0,12	417967	10037257	70,00	55,00
96	12 a 15	8,64	21,64	21,64	25,61	0,1	0,27	417962	10037257	71,00	56,00
97	12 a 15	4,5	24,72	24,72	26,64	0,02	0,12	417947	10037256	71,00	56,00
98	12 a 15	34,48	12,73	12,73	10,78	0,29	1,85	417948	10037261	72,00	57,00
99	12 a 15	3,6	7,38	7,38	38,41	0,02	0,33	417947	10037256	71,00	56,00
100	12 a 15	4,71	27,14	27,14	19,14	0,06	0,12	417966	10037251	66,00	51,00
101	12 a 15	14,42	18,63	18,63	25,01	0,16	0,53	417961	10037252	69,00	54,00
102	12 a 15	30,61	12,94	12,94	15,83	0,31	1,62	417957	10037251	69,00	54,00
103	12 a 15	19,16	13,58	13,58	22,91	0,19	0,97	417957	10037247	67,00	52,00
104	12 a 15	7,58	12,72	12,72	29,52	0,11	0,41	417961	10037247	65,00	50,00
105	12 a 15	5,76	17,72	17,72	29,88	0,03	0,22	417959	10037287	72,00	57,00
106	12 a 15	6,36	14,78	14,78	27,48	0,06	0,29	417949	10037285	71,00	56,00
107	12 a 15	10,38	21,33	21,33	27,52	0,06	0,33	417962	10037291	73,00	58,00
108	12 a 15	3,55	12,88	12,88	21,73	-0,01	0,19	417968	10037293	72,00	57,00
109	12 a 15	3,7	12,53	12,53	21,44	-0,02	0,2	417967	10037298	72,00	57,00
110	12 a 15	35,58	13,99	13,99	12,1	0,31	1,74	417944	10037297	73,00	58,00
111	12 a 15	19,72	12,99	12,99	25,83	0,23	1,04	417943	10037297	74,00	59,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

112	12 a 15	3,63	13,27	13,27	34,32	-0,01	0,19	417971	10037308	76,00	61,00
113	12 a 15	3,68	17,87	17,87	33,98	0,03	0,14	417946	10037305	76,00	61,00
114	12 a 15	9,22	33,24	33,24	20,94	0,12	0,19	417940	10037302	75,00	60,00
115	12 a 15	3,74	6,23	6,23	52,72	-0,01	0,41	417940	10037297	74,00	59,00
116	12 a 15	3,54	23,97	23,97	28,95	0,03	0,1	417974	10037273	72,00	57,00
117	12 a 15	3,54	23,99	23,99	27,94	0,05	0,1	417973	10037267	72,00	57,00
118	12 a 15	3,74	22,81	22,81	26,51	0,04	0,11	417972	10037264	73,00	58,00
119	12 a 15	3,67	29,59	29,59	21,18	0,06	0,08	417973	10037259	74,00	59,00
120	12 a 15	3,65	28,98	28,98	22,43	0,06	0,09	417973	10037252	69,00	54,00
121	12 a 15	3,58	21,84	21,84	27,45	0,05	0,11	417968	10037247	69,00	54,00
122	12 a 15	3,62	16,01	16,01	40,04	-0,01	0,15	417969	10037295	77,00	62,00
123	12 a 15	3,56	13,51	13,51	29	0	0,18	417975	10037288	72,00	57,00
124	12 a 15	3,44	10,85	10,85	29,11	0	0,22	417974	10037280	70,00	55,00
125	12 a 15	3,45	14,11	14,11	30,69	0,02	0,17	417973	10037275	70,00	55,00
2	15 a 18	18,66	18,34	20,07	16,28	0,19	0,72	418006	10037300	65	47,00
8	15 a 18	3,42	2,6	43,56	20,99	0	0,92	417979	10037312	75	57,00
9	15 a 18	3,43	2,85	41,38	24,67	0	0,84	418014	10037292	64	46,00
10	15 a 18	3,85	23,47	26,16	17,66	0,01	0,13	418015	10037283	63	45,00
11	15 a 18	3,44	3,18	43,52	22,44	0	0,76	418017	10037277	61	43,00
12	15 a 18	36,76	12,97	12,44	13,43	0,34	1,96	418019	10037272	60	42,00
13	15 a 18	32,49	14,3	11,2	12,61	0,28	1,58	418019	10037266	59	41,00
14	15 a 18	3,87	24,31	24,87	16,94	0,07	0,13	418019	10037261	57	39,00
17	15 a 18	37,9	11,96	15,67	8,09	0,1	0,27	417995	10037291	69	51,00
18	15 a 18	3,66	13,55	27,8	19,56	0,01	0,2	417996	10037286	69	51,00
19	15 a 18	6,12	17,37	28,04	20,19	0,1	0,26	417998	10037282	68	50,00
23	15 a 18	10,94	19,04	26,33	18,49	0,14	0,41	417976	10037300	75	57,00

27	15 a 18	5,25	23,33	25,11	18,41	0,08	0,17	417979	10037285	75	57,00
28	15 a 18	31,78	17,35	13,65	14,67	0,31	1,27	417978	10037281	75	57,00
29	15 a 18	36,57	15,15	9,78	10,02	0,07	0,32	417977	10037275	75	57,00
30	15 a 18	4,06	15,2	35,57	20,97	0,04	0,2	417978	10037271	73	55,00
32	15 a 18	6,61	23,65	26,24	18,04	0,13	0,21	417971	10037314	75	57,00
33	15 a 18	17,17	18,62	24,51	18,01	0,21	0,65	417970	10037314	76	58,00
34	15 a 18	26,82	12,33	18,01	17,46	0,29	1,51	417965	10037314	76	58,00
36	15 a 18	4,42	17,8	32,05	20,35	0,04	0,19	417951	10037314	78	60,00
37	15 a 18	4,51	13,09	28,28	23,32	0,05	0,25	417947	10037315	79	61,00
41	15 a 18	18,09	12,9	28,14	18,23	0,2	0,98	417957	10037305	76	58,00
42	15 a 18	4,97	12,54	34,84	22,65	0,04	0,29	417958	10037300	77	59,00
44	15 a 18	3,81	10,49	53,63	18,21	0,02	0,27	417952	10037299	75	57,00
46	15 a 18	7,69	21,87	32,38	16,92	0,1	0,26	417962	10037298	77	59,00
55	15 a 18	25,45	10,06	10,06	8,22	0,1	1,73	417955	10037281	71	53,00
56	15 a 18	38,82	17,63	17,63	10,79	0,29	1,51	417954	10037276	70	52,00
57	15 a 18	33,9	11,66	11,66	4,44	0,18	1,99	417952	10037273	72	54,00
58	15 a 18	7,29	16,71	16,71	29,04	-0,28	0,3	417952	10037268	72	54,00
59	15 a 18	15,07	8,97	8,97	20,8	-0,05	1,15	417952	10037262	72	54,00
60	15 a 18	31,31	15,46	15,46	16,65	0,25	1,39	417952	10037257	71	53,00
61	15 a 18	42,37	10,04	10,04	12,5	0,09	1,52	417952	10037252	71	53,00
62	15 a 18	36,97	16,34	11,34	8,71	0,25	0,29	417953	10037244	71	53,00
63	15 a 18	2,95	17,29	17,29	33,24	0,28	0,12	417952	10037244	70	52,00
64	15 a 18	47,76	16,17	16,17	6,55	0,26	2,02	417958	10037282	71	53,00
65	15 a 18	15,92	20,23	20,23	20,71	0,26	0,54	417959	10037275	71	53,00
66	15 a 18	11,17	17,75	17,75	31,91	0,25	0,43	417958	10037270	72	54,00
71	15 a 18	18,64	18,32	18,32	20,05	0,17	0,7	417958	10037268	71	53,00

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

77	15 a 18	3,4	2,58	2,58	43,54	-0,02	0,9	417935	10037286	72	54,00
78	15 a 18	3,41	2,83	2,83	41,36	-0,02	0,82	417935	10037280	72	54,00
79	15 a 18	3,83	23,45	23,45	26,14	-0,01	0,11	417935	10037276	71	53,00
80	15 a 18	3,42	3,16	3,16	43,5	-0,02	0,74	417951	10037275	70	52,00
81	15 a 18	36,74	12,95	12,95	12,42	0,32	1,94	417949	10037279	71	53,00
82	15 a 18	32,47	14,28	14,28	11,18	0,26	1,56	417950	10037277	72	54,00
83	15 a 18	3,85	24,29	24,29	24,85	0,05	0,11	417968	10037266	71	53,00
86	15 a 18	37,88	11,94	11,94	15,65	0,08	0,25	417948	10037264	72	54,00
87	15 a 18	3,64	13,53	13,53	27,78	-0,01	0,18	417943	10037274	71	53,00
88	15 a 18	6,1	17,35	17,35	28,02	0,08	0,24	417944	10037278	70	52,00
92	15 a 18	10,92	19,02	19,02	26,31	0,12	0,39	417956	10037262	68	50,00
96	15 a 18	5,23	23,31	23,31	25,09	0,06	0,15	417962	10037257	71	53,00
97	15 a 18	31,76	17,33	17,33	13,63	0,29	1,25	417947	10037256	71	53,00
98	15 a 18	6,55	15,13	15,13	29,76	0,05	0,3	417948	10037261	72	54,00
99	15 a 18	4,04	15,18	15,18	35,55	0,02	0,18	417947	10037256	71	53,00
101	15 a 18	6,59	23,63	23,63	26,22	0,11	0,19	417961	10037252	69	51,00
102	15 a 18	17,15	18,6	18,6	24,49	0,19	0,63	417957	10037251	69	51,00
103	15 a 18	26,8	12,31	12,31	17,99	0,27	1,49	417957	10037247	67	49,00
105	15 a 18	4,4	17,78	17,78	32,03	0,02	0,17	417959	10037287	72	54,00
106	15 a 18	4,49	13,07	13,07	28,26	0,03	0,23	417949	10037285	71	53,00
110	15 a 18	18,07	12,88	12,88	28,12	0,18	0,96	417944	10037297	73	55,00
111	15 a 18	4,95	12,52	12,52	34,82	0,02	0,27	417943	10037297	74	56,00
114	15 a 18	3,79	10,47	10,47	53,61	0	0,25	417940	10037302	75	57,00
115	15 a 18	7,67	21,85	21,85	32,36	0,08	0,24	417940	10037297	74	56,00
11	18 a 21	3,43	2,5	51,46	22,5	0	0,96	418017	10037277	61	40
12	18 a 21	36,19	13,36	13,63	13,4	0,32	1,88	418019	10037272	60	39

13	18 a 21	37,16	12,97	9,75	11,82	0,31	1,98	418019	10037266	59	38
17	18 a 21	36,01	13,81	12,92	12,53	0,33	1,81	417995	10037291	69	48
23	18 a 21	7,7	21,77	27,22	17,5	0,13	0,26	417976	10037300	75	54
28	18 a 21	14,14	19,04	26,93	17,8	0,19	0,53	417978	10037281	75	54
29	18 a 21	30,67	11,61	19,78	10,95	0,26	1,47	417977	10037275	75	54
30	18 a 21	16,92	13,12	26,35	20,98	0,21	0,9	417978	10037271	73	52
33	18 a 21	5,07	21,79	31,74	18,02	0,12	0,18	417970	10037314	76	55
34	18 a 21	17,94	16,87	24,64	16,36	0,17	0,75	417965	10037314	76	55
37	18 a 21	4,64	21,68	26,62	19,47	0,05	0,17	417947	10037315	79	58
42	18 a 21	5,39	13,61	39,11	19,53	0,06	0,29	417958	10037300	77	56
55	18 a 21	21,63	9,23	9,23	10,16	0,06	1,6	417955	10037281	71	50
56	18 a 21	36,42	16,04	16,04	14,06	0,01	0,7	417954	10037276	70	49
57	18 a 21	29,95	11,48	11,48	6,43	0,14	1,78	417952	10037273	72	51
58	18 a 21	6,85	24,79	24,79	21,26	-0,12	0,19	417952	10037268	72	51
59	18 a 21	24,59	11,13	11,13	11,65	0,14	1,51	417952	10037262	72	51
60	18 a 21	33,86	14,74	14,74	14,94	0,38	1,57	417952	10037257	71	50
61	18 a 21	31,56	10,87	10,87	7,35	0,21	1,99	417952	10037252	71	50
62	18 a 21	37,4	15,42	15,42	15,9	0,18	1,66	417953	10037244	71	50
63	18 a 21	3,75	15,9	15,9	35,49	0,27	0,16	417952	10037244	70	49
64	18 a 21	36,17	13,34	13,34	13,61	0,3	1,86	417959	10037275	71	50
65	18 a 21	25,08	17,55	17,55	18,98	0,24	0,98	417951	10037275	71	50
80	18 a 21	3,41	2,48	2,48	51,44	-0,02	0,94	417949	10037279	70	49
82	18 a 21	37,14	12,95	12,95	9,73	0,29	1,96	417950	10037277	72	51
86	18 a 21	35,99	13,79	13,79	12,9	0,31	1,79	417948	10037264	72	51
92	18 a 21	7,68	21,75	21,75	27,2	0,11	0,24	417956	10037262	68	47

Ribeiro, F. G. 2022, Caracterização química de Cromititos do Complexo Máfico Ultramáfico Bacuri, Amapá.

97	18 a 21	14,12	19,02	19,02	26,91	0,17	0,51	417947	10037256	71	50
98	18 a 21	34,65	11,59	11,59	9,76	0,24	1,45	417948	10037261	72	51
99	18 a 21	16,9	13,1	13,1	26,33	0,19	0,88	417947	10037256	71	50
102	18 a 21	5,05	21,77	21,77	31,72	0,1	0,16	417957	10037251	69	48
103	18 a 21	17,92	16,85	16,85	24,62	0,15	0,73	417957	10037247	67	46
106	18 a 21	4,62	21,66	21,66	26,6	0,03	0,15	417949	10037285	71	50
111	18 a 21	5,37	13,59	13,59	39,09	0,04	0,27	417943	10037297	74	53
12	21 a 24	33,79	16,53	13,35	13,3	0,35	1,42	418019	10037272	60	36
13	21 a 24	36,1	12,85	14,89	12,04	0,32	1,94	418019	10037266	59	35
17	21 a 24	35,25	12,31	18,48	11,98	0,32	1,98	417995	10037291	69	45
29	21 a 24	34,3	11,62	19,1	11,08	0,31	2,04	417977	10037275	75	51
30	21 a 24	28,08	13,45	18,06	16,51	0,33	1,45	417978	10037271	73	49
42	21 a 24	4,25	16,27	38,1	17,52	0,04	0,2	417958	10037300	77	53
56	21 a 24	44,66	14,85	16,74	4,83	0,22	1,2	417954	10037276	70	46
60	21 a 24	14,5	9,72	9,72	39,06	0,15	1,02	417952	10037257	71	47
61	21 a 24	31,3	12,7	12,7	13,9	0,28	1,69	417952	10037252	71	47
62	21 a 24	36,29	14,64	14,64	18,47	0,19	1,7	417953	10037244	71	47
64	21 a 24	49,21	14,72	14,23	1,96	0,21	2,06	417958	10037282	71	47
81	21 a 24	33,77	16,51	16,51	13,33	0,33	1,4	417949	10037279	71	47
82	21 a 24	36,08	12,83	12,83	14,87	0,3	1,92	417950	10037277	72	48
86	21 a 24	35,23	12,29	12,29	18,46	0,3	1,96	417948	10037264	72	48
98	21 a 24	34,28	11,6	11,6	19,08	0,29	2,02	417948	10037261	72	48
99	21 a 24	28,06	13,43	13,43	18,04	0,31	1,43	417947	10037256	71	47
111	21 a 24	4,23	16,25	16,25	38,08	0,02	0,18	417943	10037297	74	50
13	24 a 27	32,53	14,85	16,73	13,15	0,29	1,52	418019	10037266	59	32
17	24 a 27	43,99	15,12	12,12	12,59	0,16	0,65	417995	10037291	69	42

29	24 a 27	51,39	8,02	22,25	11,27	0,1	0,99	417977	10037275	75	48
56	24 a 27	48,93	13,87	12,15	5,12	0,13	0,88	417954	10037276	70	43
61	24 a 27	38,26	12,37	12,01	11,74	0,19	1,3	417952	10037252	71	44
62	24 a 27	42,56	16,34	16,22	11,68	0,28	1,49	417953	10037244	71	44
64	24 a 27	49,94	13,58	16,77	4,58	0,18	1,45	417958	10037282	71	44
82	24 a 27	32,51	14,83	14,83	16,71	0,27	1,5	417950	10037277	72	45
86	24 a 27	53,97	10,1	10,1	12,1	0,14	0,63	417948	10037264	72	45
98	24 a 27	51,37	8	8	22,23	0,08	0,97	417948	10037261	72	45