

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO ESCOLA DE MINAS DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

# ANÁLISE PETROGRÁFICA E QUÍMICA DAS OCORRÊNCIAS DE MINÉRIO DE FERRO NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE JACARANDIRA-MG

Matheus Felippe Lopes de Castro

MONOGRAFIA nº 440

Ouro Preto, junho de 2022

# ANÁLISE PETROGRÁFICA E QUÍMICA DAS OCORRÊNCIAS DE MINÉRIO DE FERRO NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE JACARANDIRA-MG



## FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Aparecida Marliére de Lima

### Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

### Pró-Reitora de Graduação

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

Prof. Dr. Edison Tazava

## **MONOGRAFIA**

Nº 440

# ANÁLISE PETROGRÁFICA E QUÍMICA DAS OCORRÊNCIAS DE MINÉRIO DE FERRO NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE JACARANDIRA-MG

Matheus Felippe Lopes de Castro

Orientadora

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

C355a Castro, Matheus Felippe Lopes de. Análise petrográfica e química das ocorrências de ferro na região de Jacarandira - MG. [manuscrito] / Matheus Felippe Lopes de Castro 2022. 66 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.
Orientador: Prof. Dr. Lucas Pereira Leão. Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Geológica .
1. Geoquímica. 2. Petrologia. 3. Geoestatística. 4. Quadrilátero Ferrífero (MG). I. Leão, Lucas Pereira. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.
CDU 550.4:519.2

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



#### MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO REITORIA ESCOLA DE MINAS DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



#### FOLHA DE APROVAÇÃO

Matheus Felippe Lopes de Castro

Análise petrográfica e química das ocorrências de minério de ferro na região do município de Jacarandira-MG

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 30 de junho de 2022

Membros da banca

Dr. Lucas Pereira Leão - Orientador - Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto Dra. Cláudia dos Santos -Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto Dr. Joney da Silva Justo - Departamento de Geologia da Escola de Minas da 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 20/07/2022



Documento assinado eletronicamente por Lucas Pereira Leão, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 20/07/2022, às 10:17, 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 <u>http://sei.ufop.br/sei/controlador\_externo.php?</u> acao=documento\_conferir&id\_orgao\_acesso\_externo=0, informando o código verificador **0364843** e o código CRC **4BBDBFF8**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.009535/2022-57

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus;

Agradeço aos meus pais Jose Emerson, Thais Rodrigues e meus irmãos, Thiago Henrique e Emerson Junio por me fornecerem estrutura e incentivo no período em que estive na faculdade;

Agradeço ao meu orientador, Lucas, pelo tempo, comprometimento e apoio dedicado no processo de realização deste trabalho;

Agradeço ao corpo docente e aos funcionários dos laboratórios que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos;

Agradeço a gloriosa República Vaticano, moradores e Ex-alunos pelo apoio nessa caminhada;

Agradeço aos colegas de cursos que direta ou indiretamente, influenciaram em minha formação profissional;

Agradeço a empresa MML Metais Mineração Ltda, pelo fornecimento de base de dados para confecção desse documento.

Por fim, sou imensamente grato ao Departamento de Geologia da Escola de Minas, à Universidade Federal de Ouro Preto, pelos ensinamentos e pelo curso superior de excelência que tive a satisfação em cursar.

# SUMÁRIO

GRADECIMENTOS vii	ii
UMARIO	X
ISTA DE FIGURAS	iv
ESUMOxi	x
BSTRACTxvi	<b>ii</b> 1
	1
2 LOCALIZAÇÃO	ו ר
2 ODVETUVOS	2
.3 OBJETIVOS	3
.4 JUSTIFICATIVA	3
.5 MATERIAIS E MÉTODOS	4
1.5.1 Revisão bibliográfica	4
1.5.2 Coleta de amostras	4
1.5.3 Análise petrográfica	4
1.5.4 Análise química	4
1.5.5 Análise estatística	5
1.5.6 Análise e interpretação dos resultados	5
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	7
.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO	7
.2 QUADRO ESTRATIGRÁFICO	8
.3 ESTRATIGRAFIA	9
2.3.1 Complexos Metamórficos10	0
2.3.2 Supergrupo Rio das Velhas	1
2.3.3 Supergrupo Minas1	1
2.3.4 Supergrupo Estrada Real14	4
2.3.5 Grupo Barbacena1	5
2.3.6 Supergrupo Espinhaço1	5

2.3.7 Unidades sedimentares1:	5
3 EMBASAMENTO TEÓRICO: GEOQUÍMICA E GEOESTATÍSTICA1	7
3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA1	7
3.2 CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA1	7
4 FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA19	9
4.1 DEFINIÇÕES DAS FORMAÇÕES FERRÍFERAS BANDADAS19	9
4.2 GEOQUÍMICA DAS FORMAÇÕES FERRÍFERAS BANDADAS	0
5 CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA DAS DIFERENTES OCORRÊNCIAS DI MINÉRIO DE FERRO NA REGIÃO	E 3
5.1 MAGNETITITO	3
5.2 HEMATITITO	5
5.3 ITABIRITOS	6
5.3.1 Itabirito	6
5.3.2 Itabirito limonítico	8
5.3.3 Itabirito silicoso	9
5.4 QUARTZITO FERRUGINOSO	1
6 ANÁLISE GEOQUÍMICA DAS DIFERENTES OCORRÊNCIAS DE MINÉRIO DI FERRO NA REGIÃO	E 3
6.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA	3
6.2 MAGNETITITO	5
6.3 HEMATITITO	9
6.4 ITABIRITOS	2
6.4.1 Itabirito	2
6.4.2 Itabirito limonítico4	6
6.4.3 Itabirito silicoso	9
6.5 QUARTZITO FERRUGINOSO	3
7 DISCUSSÕES	7
7.1 ANÁLISE DE DADOS	7
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	1 3

## INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Localização da área de estudo imagem retirada do Google Earth2
Figura 2.1-Mapa tectônico do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para suas litlogias, dirques e grandes zonas de cisalhamento. (Endo et al. 2019a)7
Figura 2.2-Área de estudos, em destaque ao QFe e limite inferior do Cráton São Francisco8
Figura 2.3- Coluna estratigráfica Quadrilátero Ferrífero Endo et al. (2019b)10
Figura 2.4-A) Bandamento composicional de itabirito da Formação Cauê12
Figura 2.5-Superposição de processos geológicos responsável pela geração de itabiritos e minério de alto teor. Modificado de Delgado (2017)
Figura 2.6-Carta Geológica da área, destaca-se em amarelo a área de estudo14
Figura 5.1-Amostra de magnetitito
Figura 5.2-Afloramento de magnetitito na frente de lavra. Nota-se as fraturas discordante com estruturas presentes nas formações ferríferas
Figura 5.3-Lentes isoladas de magnetitito
Figura 5.4-Amostra de hematitito
Figura 5.5-Afloramento de Hematita
Figura 5.6-Amostra de itabirito
Figura 5.7-Afloramento de itabirito, nota-se na coloração amarela, a presença de rochas intrusivas e alterações

Figura 5.8-Amostra de itabirito limonítico
Figura 5.9-Destaque na cor amarelada, passagens de itabirito limonítico
Figura 5.10-Amostra de itabirito silicificado
Figura 5.11-Afloramento de itabirito silicificado
Figura 5.12-Amostra de quartzito ferruginoso
Figura 5.13-Afloramento de quartzito ferruginoso
Figura 6.1Correlação entre o primeiro e segundo componente da análise de componentes principais. Gráfico de Loading
Figura 6.2-Correlação entre o primeiro e segundo componente da análise de componentes principais. Gráfico de Escores
Figura 6.3-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT das magnetititos
Figura 6.4- Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO <sub>2</sub> das magnetititos
Figura 6.5-Gráficos com a correlação direta dos dados de MAG maiores que 0,5 39
Figura 6.6-Gráficos com a correlação direta dos dados de MAG menores que -0,5 39
Figura 6.7-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT das hematitas 40
Figura 6.8- Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO <sub>2</sub> das hematitas
Figura 6.9-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT dos Itabiritos
Figura 6.10-Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO <sub>2</sub> dos Itabiritos
Figura 6.11-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITA maiores que 0,5 45
Figura 6.12-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITA menores que -0,5 45
Figura 6.13-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT dos itabiritos limoníticos 46
Figura 6.14-Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO <sub>2</sub> dos itabiritos limoníticos 46
Figura 6.15-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITAL maiores que 0,5 48
Figura 6.16-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITAL menores que -0,5 49
Figura 6.17-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT de Itabirito silicoso 50
Figura 6.18-Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO2 de Quartzitos ferruginosos 50

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1-Tipos de formações ferríferas bandadas do Quadrilátero Ferrífero, conforme
critérios mineralógicos. Fonte: Modificado de Rosière & Chemale Jr (2001) 20
Tabela 6.1-Tabela de Autoanálise de Autovalores e Autovetores da matriz de correlação 34
Tabela 6.2-Tabela de Autovetores da matriz de correlação
Tabela 6.3- Estatística dos elementos do MAG 37
Tabela 6.4-Correlação de Pearson para o MAG    37
Tabela 6.5- Estatística dos elementos do HEM
Tabela 6.6-Correlação de Pearson para o HEM
Tabela 6.7-Estatística dos elementos do ITA
Tabela 6.8-Correlação de Pearson para o ITA    44
Tabela 6.9-Estatística dos elementos do ITAL 47
Tabela 6.10-Correlação de Pearson para o ITAL
Tabela 6.11-Estatística dos elementos do ITASI    51
Tabela 6.12-Correlação de Pearson para o ITASI
Tabela 6.13-Estatística dos elementos do QTZF 55
Tabela 6.14-Correlação de Pearson para o QTZF    55
Tabela 7.1- Médias mineralógicas das formações ferríferas bandadas trabalhadas
Tabela 7.2- Médias mineralógicas de diversas formações ferríferas bandadas encontrada na
literatura57

### Resumo

A demanda por exploração de ferro é histórica, e tem sido apoiada por uma robusta exportação de commodities e consumo de aço nos setores de construção e manufatura. Os depósitos de ferro do Quadrilátero Ferrífero são classificados como do tipo lago superior e constituem reservas de ordem mundial. O minério de ferro é hospedado sobretudo nos itabiritos, que são o produto metamórfico das formações ferríferas bandadas. Essas litologias estão associadas a Formação Cauê do Grupo Itabira, podendo também serem observadas ao longo de outras unidades do Supergrupo Minas. A cidade de Passa Tempo, situada na região centro oeste de Minas Gerais, está associada aos contextos geológicos do Quadrilátero Ferrífero, com terrenos que apresentam ocorrências de minério de ferro hospedados em itabiritos, magnetititos e quartzitos ferruginosos. A exploração de ferro é de grande importância econômica na região, destacando-se a empresa MML Metais Mineração LTDA, situada na zona rural de Passa Tempo, na Fazenda do Segredo, próximo a cidade de Jacarandira, a 163 Km de Belo Horizonte. Apesar da relevância econômica, existem algumas lacunas do conhecimento a serem respondidas a respeito das características mineralógicas e químicas dos itabiritos da região, sobretudo devido às intensas variações nos teores de ferro observadas, o que justifica a execução desse trabalho de conclusão de curso. Esse estudo tem como objetivo a caracterização mineralógica, petrográfica, e química estratigráfica dos diversos tipos de rochas hospedeiras de ferro ocorrentes na Formação Cauê na região. As unidades foram classificadas como itabirito, itabirito silicoso, itabirito limonítico, magnetitito, hematitito e quartzito ferruginoso, de acordo com seus dados químicos e mineralógicos. As análises químicas realizadas apontaram que os magnetititos e hematititos possuem uma concentração de ferro em torno de 61%, valor maior do que os dos itabiritos (teores de 35 a 45% de ferro), no geral, e dos quartzitos ferruginosos (teor de 20% de ferro). Por outro lado, as concentrações de SiO<sub>2</sub> presentes nos quartzitos ferruginosos são maiores do que as encontradas nos itabiritos, hematititos e magnetititos respectivamente. Em geral, as amostras estudadas apresentam comportamento químico similares ás outras amostras do tipo lago superior abordadas na literatura. É plausível afirmar que as formações ferríferas bandadas na região de Jacarandira encontram-se metamorfisadas em sua maioria na forma de itabiritos da Formação Cauê.

**Palavras chave:** Quadrilátero ferrífero, lago superior, formações ferríferas bandadas, Formação Cauê, Grupo Itabira, Supergrupo Minas.

## **CAPITULO 1**

## INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

A intensa demanda de minério de ferro faz do Brasil um país fonte neste setor, acarretando o desenvolvimento de pesquisas sobre os processos de enriquecimento do teor desse minério, ou a busca por horizontes inéditos. No entanto, ainda são necessários estudos de mais detalhes sobre os processos relacionados a esse enriquecimento, bem como os aspectos geoquímicos das diferentes unidades hospedeiras.

A área de estudo, se encontra na porção meridional do Cráton São Francisco, está próxima ao município de Jacarandira e possui rochas da Formação Cauê. No local há a extração de minério de ferro por meio de itabiritos, magnetititos e quartzitos ferruginosos. Esses depósitos, segundo Dorr (1969), são classificados do tipo lago superior, e estão hospedados sobretudo nos itabiritos, que são produto metamórfico das formações ferríferas bandadas.

A exploração de ferro é de grande importância econômica na região, destacando-se a empresa MML Metais Mineração LTDA, situada na zona rural de Passa Tempo, na Fazenda do Segredo, a 163 Km de Belo Horizonte.

Amorin & Alkmin (2011), descrevem quatro tipos de itabiritos hospedados na Formação Cauê: silicoso, dolomítico, anfibolítico e magnetítico. Segundo Dorr (1969), os itabiritos, apresentam-se compactos ou friáveis, com diferentes graus de enriquecimento, dependendo da intensidade dos processos supergênicos associados às alterações laterítica. Percolações de água de origem superficial provocam a lixiviação da sílica e a concentração relativa do ferro na forma de hematita residual friável e de goethita neoformada.

Apesar da relevância econômica, existem algumas lacunas do conhecimento a serem respondidas a respeito das características mineralógicas e químicas dos itabiritos no contexto do Quadrilátero Ferrífero, sobretudo quanto aos processos quimioestratigráficos, percolação de fluídos e idade de deposição. Na região de Passa Tempo especificamente, ocorrem distintas rochas hospedeiras de minério de ferro, que apresentam intensas variações nos teores de ferro. Nesse sentido, o objetivo principal desse trabalho é a caracterização petrográfica em escala macroscópica e química das diferentes litologias exploradas como minério de ferro na região e o entendimento de eventuais processos causadores dessas distinções a respeito das variações do teor de ferro encontrado nessas rochas.

## 1.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo encontra-se na região rural dos municípios de Passa Tempo e Jacarandira, no estado de Minas Gerais, no local denominado Fazenda do Segredo, seu acesso se dá vindo de Belo Horizonte, pela BR-381, seguindo 145 km sentido sudoeste chegando na cidade de Passa Tempo.

O acesso a área, partindo-se de Passa Tempo, é feito em um percurso total de 34 km através da estrada de terra municipal até o município denominado Jacarandira, e depois um percurso de 17 km até o local de estudos.



Figura1.1 - Localização da área de estudo imagem retirada do Google Earth.

#### **1.3 OBJETIVOS**

#### **Objetivo** Geral

Este projeto tem por objetivo geral contribuir para um maior entendimento dos aspectos químicos eventuais causadores das variações do teor de ferro encontrado nas diferentes litologias hospedeiras de minério de ferro da região da Fazenda do Segredo.

#### **Objetivos Específicos**

a) Caracterização petrográfica macroscópica das unidades hospedeiras de minério de ferro;

 b) Determinação da assinatura geoquímica dos elementos maiores e menores por meio de análise FRX;

c). Comparar os resultados químico-mineralógicos do presente estudo com outros existentes sobre as formações ferríferas;

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

A área de estudos encontra-se na porção meridional do cráton São Francisco. Essa região é conhecida por hospedar grandes jazidas mineralizáveis.

Apesar disso, há uma carência de estudos no local, e essa se mostra uma região atrativa em relação a maiores entendimentos de eventos deposicionais e tectônicos que atuaram na formação das unidades litológicas hospedeiras de minério de ferro.

Além disso, essa falta de conhecimento sobre o entendimento dos processos relacionados ao enriquecimento bem como os aspectos geoquímicos das diferentes unidades mineralizáveis, pode gerar consequências no produto da exploração de ferro.

Por muitas vezes, a exploração desses corpos é feita sem critérios litológicos, gerando diversas anomalias com relação aos seus teores no produto.

Tendo assim a disponibilidade de dados químicos fornecidos pela empresa, foi possível uma elaboração de uma investigação geoquímica de maior detalhe, com o intuito de uma caracterização petrográfica em escala macroscópica e química das diferentes litologias exploradas, e o entendimento de eventuais processos causadores dessas distinções a respeito das variações do teor de ferro.

### **1.5 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### 1.5.1 Revisão bibliográfica

Foram realizados estudos da literatura regional, a fim de ter um melhor entendimento frente suas características geológicas, bem como os processos de caracterização mineralógica e química das amostras de minério de ferro.

Além disso, foi realizada uma compilação bibliográfica sobre os dados geoquímicos referentes às diferentes formações ferríferas bandadas, que ao final desse estudo, foi utilizada para nível de comparação com os dados obtidos.

#### 1.5.2 Coleta de amostras

Foram realizadas coletas de amostras dos 6 litotipos que possuem um valor de exploração: magnetitito, hematitito, itabirito, itabirito limonítico, itabirito silicoso e quartzito ferruginoso, para uma classificação petrográfica macroscópica e análise química qualitativa.

#### 1.5.3 Análise petrográfica

Será apresentada a análise petrográfica em escala macroscópica das diferentes ocorrências de minério de ferro encontradas na região, além da análise de possíveis feições e processos de alteração.

As amostras foram descritas, de acordo com sua mineralogia, grau de compacidade, coloração, magnetismo, sendo as formações ferríferas classificadas em itabirito, itabirito silicoso, itabirito limonítico, hematitito, magnetitito e quartzito ferruginoso.

#### 1.5.4 Análise química

Foram apurados os teores de FeO (óxido de ferro), SiO<sub>2</sub> (dióxido de sílica), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de alumínio), CaO (óxido de cálcio), MgO (óxido de magnésio), TiO<sub>2</sub> (dióxido de titânio), Na<sub>2</sub>O (óxido de sódio), K<sub>2</sub>O (óxido de potássio), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (pentóxido de fósforo), MnO (óxido de manganês), BaO (óxido de bário), Fe (ferro) e LOI (perda ao fogo), de 890 amostras. Esses dados químicos foram cedidos pela minerado, MML Metais Mineração Ltda, que nesse estudo, foram divididos por litologias, e feita uma relação entre eles.

Além disso, foi inserida a componente FeT (ferro total), na qual contempla a soma do teor de Fe e de FeO.

A partir disso, foram selecionados os elementos químicos maiores e menores, mais comumente utilizados na classificação das formações ferríferas, FeT, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, BaO e LOI, para posterior caracterização e discussão desses dados.

#### 1.5.5 Análise estatística

Utilizando *softwares* estatísticos livres, foi elaborado diversos gráficos binários, dispersão de Pearson e tabelas interpretativas para cada litologia a fim de um entendimento das respectivas características geoquímicas e possíveis relações entre elas, além de interpretações das anomalias geoquímica de acordo com as estruturas e litologias mapeadas na região.

#### 1.5.6 Análise e interpretação dos resultados

Os resultados obtidos foram comparados com dados da literatura, referentes aos diferentes tipos de formação ferrífera bandada com o intuito de enquadra-los dentro do Supergrupo Minas, e se esses estão de acordo com um padrão de referência, ou se possui alguma eventual anomalia em seu teor

## **CAPÍTULO 2**

## CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

## 2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO

A área encontra-se inserida no contexto tectônico do Quadrilátero Ferrífero (QFe) (Figura 2.1) em seu extremo sudoeste, que corresponde à porção mais a sul do Cráton São Francisco.



**Figura 2.1**-Mapa tectônico do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para suas litlogias, dirques e grandes zonas de cisalhamento. Endo et al. (2019a).

Apesar da região de estudo não está inserida dentro dos limites geométricos do QFe, essa se encontra inserida nesse contexto geológico e tectônico, isso devido suas características litológicas que são condizentes com as rochas do quadrilátero ferrífero (Figura 2.2).



Figura 2.2-Área de estudos, em destaque ao QFe e limite inferior do Cráton São Francisco.

Na área de Morro do Ferro e Jacarandira, ocorrem formações ferríferas intercaladas com camadas de magnetitito, correlatas à Formação Cauê. Por conta disso será apresentado uma breve caracterização sobre as unidades, dando um enfoque nas unidades do Supergrupo Minas, e Formação Cauê, que são onde se encontram as rochas de interesse para esse estudo.

#### 2.2 QUADRO ESTRATIGRÁFICO

A evolução geológica da região se deu em ciclos distintos. Segundo Endo (1997) e Endo e Machado (1998), a arquitetura do QFe se deu como resultado de três ciclos geodinâmicos: Ciclo Jequié (2,78 Ga a 2,56 Ga), desenvolveu-se a deformação das rochas arqueanas do Complexo Granito-Gnáissico e Supergrupo Rio das Velhas em regime direcional transpressional N-S, dextral. Após a Sedimentação do Supergrupo Minas (2,0 Ga) desenvolveu-se o Evento Transamazônico responsável por intensa deformação em todas as unidades do QFe, composto por dois eventos compressionais, cujas idades situa-se por volta de 2,25 a 1,9 Ga. O último grande evento tectônico que afetou a região corresponde ao Ciclo Brasiliano (0,6 Ga), proporcionando falhas reversas, que ocasionam fatiamentos e soerguimentos de blocos do embasamento.

Segundo Lana et al. (2013), Romano et al. (2013), Farina et al. (2015) e Machado et al. (1992), quatro eventos tectônicos-magmáticos do Arqueano atuaram no QFe entre 3,220 Ma e 2,680Ma, sendo, do mais antigo para o mais recente, denominados de Santa Bárbara (entre 3,220 Ma e 3,200 Ma), Rio das Velhas I (entre 2,930 Ma e 2,850 Ma), Rio das Velhas II (entre 2,800 e 2,760), e Mamona (entre 2,750 Ma e 2,680 Ma).

#### 2.3 ESTRATIGRAFIA

Endo et. al. (2019b), Carneiro (1992), Pedro Lessa Heineck et al. (2003) distinguiram o Quadrilátero Ferrífero (QFe) em unidades litodêmicas e litoestratigráficas do Arqueano, do Paleo-Mesoproterozoico e do Cenozoico, dessa forma ele dividiu o QFe, da base para o topo em: Complexo Metamórficos, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas, Supergrupo Estrada Real, Grupo Barbacena, Supergrupo Espinhaço, Unidades sedimentares. Além disso, suítes intrusivas máficas/ultramáficas Paraopeba e Santa Cruz, Santa Rita de Ouro Preto e Catas Altas da Noruega, (Figura 2.3).



Figura 2.3- Coluna estratigráfica Quadrilátero Ferrífero Endo et al. (2019b).

#### 2.3.1 Complexos Metamórficos

Segundo Guimarães et al. (1967), Herz (1970), Cordani et al. (1980), Gomes (1986), Carneiro (1992), Schorscher (1992), Noce (1995), Endo (1997), Lana et al. (2013), Farina et al. (2016), os complexos metamórficos são constituídos por ortognaisses bandados, contendo localmente corpos de anfibolitos, ortognaisses finamente laminados, migmatitos, corpos intrusivos de granitoides leucocráticos, veios apolíticos e diques máficos de diferentes gerações.

#### 2.3.2 Supergrupo Rio das Velhas

Segundo Dorr et. al. (1957) e Dorr (1969), o Supergrupo Rio das Velhas é dividido nos grupos Nova Lima (inferior) e Maquiné (superior). Segundo Gair (1962), o Grupo Nova Lima é sobreposto pelo Grupo Maquiné em contato gradacional e discordante.

De acordo com Dorr (1969), Vial et al. (2007), o Grupo Nova Lima é constituído, principalmente, por intercalações de rochas de origem sedimentar e vulcânica, que após a imposição de uma forte deformação cisalhante e ação de processos hidrotermais, foram transformadas em xistos, xistos cloríticos e filitos

O Grupo Maquiné, segundo Dorr (1969) e Vial et al. (2007), corresponde à unidade molássica constituída por duas formações: Palmital (inferior) e Casa Forte (superior), sendo a formação Palmital, composta por sericita filito, quartzo-clorita-xisto e xisto, já a formação Casa Forte, composta por quartzitos, metaconglomerados e metadiamictitos.

Segundo Zucchetti et al. (1998), Baltazar & Pedreira (1998) e Baltazar & Zucchetti (2007), o Supergrupo Rio das Velhas possui uma típica sequência arqueana do tipo greenstone belt, sendo caracterizada por um conjunto de litofácies em associação (da base para o topo) de rochas metavulcânicas, máficas-ultramáficas e félsicas, metavulcanoclásticas, metavulcanossedimentar química, metassedimentar clástica marinha e metassedimentar costeira.

#### 2.3.3 Supergrupo Minas

Segundo Dorr (1969) e Alkmim & Martins Neto (2012), o Supergrupo Minas é composto, da base para o topo, dos grupos Tamanduá, Caraça, Itabira e Piracicaba, constituindo uma sucessão continental-marinha de pelo menos 3,424 m de espessura e representa um dos estágios de evolução de uma bacia de margem passiva.

O Supergrupo Minas possui idade paleoproterozoica e dispõe-se em discordância sobre o Supergrupo Rio das Velhas, Dorr (1969). Suas unidades, segundo Hartmann et al. (2006), foram depositadas entre 2,584 +/- 10Ma, e segundo Babinski et al. (1995), entre 2,420 +/-19 Ma.

De acordo com Simmons e Maxwell (1961) e Dorr et al. (1957), os grupos Tamanduá e Caraça são constituídos predominantemente por psamitos e, subordinadamente, por pelitos e conglomerados aluviais marinhos, Dorr (1969), o que sugere, segundo Renger et al. (1995), Alkmim & Marshak (1998), o registro da fase rifte e a transição para o desenvolvimento da margem passiva.

Segundo Dorr (1969) o Grupo Tamanduá consiste em quartzitos, orto-quartzitos, quartzitos com lâminas ferruginosas, xistos quartzosos e argiloso da Formação Cambotas (inferior) e de xistos filíticos

e quartzosos, xistos ferruginosos e formação ferrífera dolomítica da Formação Morro Grande (superior), Endo et al. (2019b).

O Grupo Caraça, segundo Dorr (1969) consiste, predominantemente da base para o topo, de quartzitos, quartzitos sericíticos, filitos e metaconglomerados da Formação Moeda e Formação Batatal que segundo Maxwell (1958), é constituída por filitos, formação ferrífera bandadas, metacherts, filitos grafitosos e mármores dolomíticos.

O Grupo Itabira, segundo Dorr et al. (1957), é constituído por 1.100 m de rochas metassedimentares marinhas Dorr (1969) e representa o registro integral da bacia de margem passiva, Alkmim & Marshak (1998). Esse grupo consiste em itabiritos, itabiritos dolomíticos, itabiritos anfibolíticos e, subordinadamente, de filitos, quartzitos e mármores da Formação Cauê (Figura 2.4), com espessura de 350m. É sobreposta por mármores dolomíticos, filitos dolomíticos, dolomitos ferruginosos, filitos e itabiritos da Formação Gandarela.



**Figura 2.4**-A) Bandamento composicional de itabirito da Formação Cauê da Nappe Itabira-Rio Piracicaba. Local: Sinclinporio de Itabira; B) Itabirito anfibolítico da Formação Cauê da Nappe Curral. Local Serra da Moeda; C) Ortoquartzito da Formação Florália, Supergrupo Estrada Real, Local: Cláudio Manoel; D) Detalhe textural do ortoquartzito granular grosso. Fonte: base de dados Quadrilátero Ferrífero 2050 de Endo et al. (2020).

Segundo Dorr (1958), a Formação Cauê é composta por rochas ferríferas, como itabiritos de várias composições, hematita-filito, mármores, dolomíticos e filitos dolomíticos, metamorfizadas em baixo a médio grau. Além disso, segundo Dorr (1969), Rosière & Chemale Jr. (2000), a Formação Cauê, contém lentes e camadas de hematita compacta e é hospedeira de grandes volumes de minérios hematíticos friáveis e compacto de alto teor.

De acordo com Dorr, (1969), a Formação Cauê é um pacote de formações ferríferas bandadas do tipo Lago Superior, que, por processos hipogênicos e\ou autigênicos, geram minérios de alto teor. Essa variação litológica resulta tanto dos processos primários de sedimentação, representado fácies sedimentares, como também como produto de processos subsequentes, como deformação, metamorfismo, hidrotermalismo e intemperismo, como representado na Figura 2.5.



**Figura 2.5**-Superposição de processos geológicos responsável pela geração de itabiritos e minério de alto teor. Modificado de Delgado (2017).

Segundo a folha geológica SF.23-X-A-V de Entre Rios de Minas, da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, a área de estudo encontra-se sobre a litologia classificada como PP12m, figura 2.6, que corresponde a quartzito, quartzito ferruginoso, itabirito, quartzo-muscovita xisto, xisto roxo alterado, do Supergrupo Minas.



#### Mapa litológico da área de estudo

Figura 2.6-Carta Geológica da área, destaca-se em amarelo a área de estudo.

A ocorrências ferríferas estão situadas geologicamente dentro do Supergrupo Minas, englobando ocorrências de quartzitos, quartzitos ferruginosos, formações ferríferas bandadas, xistos, filitos, itabiritos, carbonatos entre outros.

O Grupo Piracicaba, segundo Dorr et al. (1957), é constituído por quatro formações, sendo do mais antigo para o mais novo, Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro. A formação Cercadinho é constituída de quartzitos ferruginosos, filitos prateados e, subordinadamente, por dolomitos, xistos sericíticos e metaconglomerados. Sobrepondo essa Formação, em um contato gradacional, tem-se a formação Fecho do Funil, que segundo Dorr et al. (1957), é composta por filitos, filitos dolomíticos, metassiltitos, dolomitos quartzosos e argilosos. Completando o grupo, a Formação Taboões com ortoquartzitos e a Formação Barreiro com filitos grafitosos e xistos.

#### 2.3.4 Supergrupo Estrada Real

O Provém da redefinição do Grupo Sabará de Almeida et al. (2005), é constituído pelos grupos Sabará e Itacolomi. O Grupo Sabará, segundo Gair (1958) é composto pelas formações Saramenha,
Almeida et al. (2005), Córrego do Germano, Endo et al. (2019a,b) e Catarina Mendes, Freitas et al (2019).

A Formação Saramenha é constituída, segundo Gomes Jr. (2002), Almeida et al. (2005), por principalmente, clorita-xistos, mica xistos com intercalações de metagrauvacas, quartzitos e formação ferrífera bandada.

A Formação Córrego do Germano, segundo Endo et al. (2019a,b), é a unidade basal do Grupo Sabará, sendo constituída essencialmente de formação ferrífera bandada, do tipo granular e quartzitos ferruginosos.

A Formação Catarina Mendes, segundo Freitas et al (2019), é a unidade do topo do Grupo Sabará, sendo constituída por biotita-quartzo xisto, quartzito e filitos.

O Grupo Itacolomi, segundo Almeida et al. (2005), é composto pelas formações Florália (inferior) e Pico do Itacolomi (superior), sendo a Formação Florália, composta por ortoquartzitos. Já a Formação Pico do Itacolomi, corresponde ao Grupo Itacolomi, definido por Dorr (1969), consistindo predominantemente, quartzitos com estratificação cruzada acanalada, marcada por trilhas de óxido de ferro, metaconglomerados com seixos, calhaus e raramente matacões de veios de quartzo, quartzitos, itabirito, filito e granito.

#### 2.3.5 Grupo Barbacena

Segundo Endo et al. (2019a,b), as unidades do Grupo Barbacena, são representadas por grafita xistos, gonditos, queluzitos, metacherts, xistos manganesíferos, micaxistos, quarztitos feldspáticos, filitos com intercalações de anfibolito e metaultramáficas.

#### 2.3.6 Supergrupo Espinhaço

Segundo Endo et al. (2019a,b), constituído majoritariamente por metarenitos e metaconglomerados.

#### 2.3.7 Unidades sedimentares

De acordo Endo et al. (2019a,b), correspondentes às coberturas do Paleógeno ao Holoceno, constituídas por sedimentos terrígenos.

# **CAPÍTULO 3**

# EMBASAMENTO TEÓRICO: GEOQUÍMICA E GEOESTATÍSTICA

# 3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA

A análise geoquímica é muito utilizada para identificar áreas com alta e baixa concentração de elementos maiores, menores e elementos Terras Raras, além de ser um excelente critério para julgar a extensão de acumulação de um determinado metal no solo, podendo orientar os estudos acerca da potencialidade de exploração de determinado bem mineral, como por exemplo a exploração de ferro associado a hidrotermalismo ácido.

No presente trabalho, a análise geoquímica dos furos disponibilizados permitirá detalhar e segregar composicionalmente os tipos de litotipos que hospedam teor de ferro pertinentes para a exploração.

Além disso, a caracterização do conteúdo elementar (elementos maiores, menores) dessas rochas hospedeiras de ferro, é particularmente útil, uma vez que podem ser usados para auxiliar na interpretação do ambiente deposicional, das condições oceânicas e dos processos diagenéticos.

# 3.2 CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA

A caracterização estatístisica descritiva pode ser usada para um melhor entendimento dos dados, como uma ferramenta de auxílio na descrição de um conjunto de dados, ou seleção de variáveis para a caracterização da amostra.

A partir dessa ideia, foram levantados certos parâmetros nesse estudo: média aritmética, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, valores de quartis (Q1 e Q2), amplitude-interquartil, intervalo máximos mínimos, buscando uma melhor compreensão dessas variáveis químicas. Além disso, os dados geoquímicos de tais amostras foram submetidos a uma análise de correlação linear, obtendo como produto o coeficiente de Pearson.

O desvio padrão mede o grau de dispersão de um conjunto de dados, o quanto ele é uniforme, se esse valor for grande, significa que os valores amostrais estão bem distribuídos em torno da média, enquanto se o desvio padrão for pequena, indica que os valores amostrais estão condensados próximo a média.

O coeficiente de variação, é uma medida padronizada de dispersão de uma distribuição probabilística ou de uma destruição de frequência, casos seu valor seja abaixo de um padrão estipulado, por exemplo 40%, corresponde uma distribuição espacialmente homogênea, caso seu valor seja alto, acima de um padrão estipulado, indicam uma distribuição não homogênea.

O intervalo interquartil, avalia o grau de espalhamento dos dados em torno da mediana, determinando a distância entre o primeiro quartil (Q1) e o terceiro quartil (Q3), sendo 50% dos dados dentro do intervalo entre Q1 e a mediana (Q2). Seus valores máximos e mínimos amostrados, correspondem aos limites superior e inferior do Q1 e do Q3 respectivamente.

O coeficiente de Pearson " $\rho$ " mede o grau da correlação e a direção dessa correlação (se positiva ou negativa) entre os elementos químicos analisados. Quanto maior for seu valor absoluto, mais forte é a correlação entre tais elementos químicos. Caso  $\rho = 1$ , ocorre uma relação linear perfeita, caso  $\rho = 0$ , não há uma relação linear entre as variáveis, caso  $\rho < 0$ , há uma relação negativa entre esses elementos químicos, ou seja, enquanto o valor absoluto de um cresce, o outro diminui e por último, caso  $\rho > 0$ , ocorre uma correlação positiva entre esses variáveis, crescendo de forma simultânea.

Os dados geoquímicos e geoestatísticos referentes aos elementos maiores, menores desse estudo, foram dispostos na forma de tópicos com intuito de serem retratados com maior detalhe e ao final foram elaboradas discussões sobre tais.

...

# **CAPÍTULO 4**

# FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA

# 4.1 DEFINIÇÕES DAS FORMAÇÕES FERRÍFERAS BANDADAS

Segundo James (1954), as formações ferríferas são rochas que contém mais de 15% do elemento ferro e texturalmente podem ser divididas em dois tipos: Formação Ferrífera Bandada (BIF) e Formação Ferrífera Granular (GIF). Diferem entre si tanto no aspecto textural como no temporal, onde os BIFs aparecem em sequências arqueanas, paleoproterozoicas e neoproterozoicas, Bekker et al. (2010), enquanto os GIFs se restringem às sucessões paleoproterozoicas, James (1954).

No que diz respeito a fonte desta grande quantidade de ferro, observa-se certas controvérsias na literatura. Inicial, segundo Holland (1984), Beukes (1973), sendo interpretada como um produto de erosão continental.

Segundo Dismukes et al. (2001), condições específicas da atmosfera, biosfera, hidrosfera e em geral da história evolutiva do planeta Terra durante o proterozoico, possibilitaram a formação das formações ferríferas bandadas.

As formações ferríferas do Arqueano e do Paleoproterozoico foram agrupadas em dois tipos: Algoma e Lago Superior, James (1954), Gross (1980), Gross (1983), sendo a formação ferríferas do tipo Algoma relacionada aos greenstone belts e ao vulcanismo submarino associado, podendo apresentar ocorrências de depósitos vulcanogênicos de sulfetos maciços (VMS). Podem ser exemplicados os depósitos Isua, na Groelândia, Grupo Nova Lima – no Brasil e Yilgarn Block – na Austrália

As Formações Ferríferas Bandadas (BIFs), do tipo Lago Superior, segundo James (1954) e Gross (1980), ocorrem em bacias de margens passivas de baixa energia, como espessas sequências sedimentares marinhas químico-bioquímica, sem correlação com vulcanismos e em condições específicas de precipitação. Segundo Isley (1995), o surgimento dos BIFs tem sido relacionado às ocorrências de plumas mantélicas através do tempo geológicos, levando a formação de grandes províncias ígneas. Exemplos típicos dessa formação podem ser observados no Grupo Itabira – no Brasil, Lago Superior – nos USA, e Supergrupo Transvaal – na África.

As Formações Granulares (GIFs) são produto do retrabalhamento sedimentar das BIFs. Segundo Bekker et al (2010), essas desaparecem em 1.850 Ma, e voltam a aparecer a partir do Neoproterozoico, denominadas de formação ferrífera do tipo Rapitan, com sua formação associada à intensa atividade magmática e a um evento de glaciação global (Snowball Earth). Exemplos típicos são representados pelo Supergrupo Estrada Real, Grupo Itacolomi, Formação Pico do Itacolomi.

Segundo Endo et al. (2019a,b), o QFe abriga quatro tipos de formações ferríferas bandadas, sendo elas: itabiritos, itabirito dolomítico, itabirito anfibolítico, hematita e filito. Os minerais de Hematita, martita, magnetita, magemita, dolomita, quartzo, tremolita, actinolita e sericita são os principais presentes nas FFB, mas podem ser identificados diversos minerais acessórios, tais como, clorita, caulinita, óxidos de manganês, apatita, etc. tabela 4.1.

**Tabela 4.1**-Tipos de formações ferríferas bandadas do Quadrilátero Ferrífero, conforme critérios mineralógicos. Fonte: Modificado de Rosière & Chemale Jr (2001).

handada Principais minerais Minerais acessórios	
Timerais minerais decisionos	
Clorita, sericita, Fe-dolomita caulinita, óxido de Mn, sulfeto	, os,
Itabiritos Hematita, martita, magnetita, quartzo apatita, pirofilita	
Cálcita, clorita, biotita, tremol	ta,
Martita, hematita, magnetita, Fe- actinolita, quartzo (chert), sulfe	tos,
Itabirito dolomítico dolomita pirofilita	
Martita, hematita, magnetita, magemita, Carbonatos, talco, Fe-Dolomi	ia,
Itabirito anfibolítico tremolita, actinolita, quartzo biotita, sulfetos	
Hematita e filito Hematita, sericita. Quartzo, clorita	

# 4.2 GEOQUÍMICA DAS FORMAÇÕES FERRÍFERAS BANDADAS

As formações ferríferas bandadas (FFB's) são globalmente difundidas, e podem variar sua composição química, de acordo com os vários tipos de minerais presentes. Apesar disso, as BIFs, possuem características comuns, como a elevada concentração de silício e ferro, que, juntos, atingem entre 60% a 85%, além de percentuais variáveis de alumínio, fósforo, manganês, magnésio, cálcio, carbono, potássio, sódio, titânio e enxofre.

Outro fator relevante, que as FFB's, passam por diversos processos metamórficos e ainda assim mantém certa homogeneidade química. Desta forma, se faz necessário um melhor entendimento do comportamento químico dos elementos maiores, menores, traços e Terras Raras, das FFB's sob diferentes condições de pressão e/ou temperatura.

Segundo James (1966) as FFB's do pré-cambriano apresentam alto teor de SiO<sub>2</sub> e baixo de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P, Ti e elementos-traços que as formações ferríferas mais jovens. James (1966) classificou fácie óxido englobando rochas hematíticas e magnetíticas pré-cambiranas com composição química simples, sendo Fe e SiO<sub>2</sub> os principais constituintes. Por outro lado, rochas com um alto teor de SiO<sub>2</sub> e menores de AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e P<sub>3</sub>O<sub>5</sub>, foram englobadas na fácie silicatada.

O avanço do conhecimento no processo de formação dessas rochas teve uma forte contribuição geoquímica dos Elementro Terras Raras (ETRs) e dos isótopos de carbono (C) e ferro (Fe).

Os ETRs têm seu conteúdo limitado nestas rochas, e sua química possibilita estabelecer os mecanismos formadores dessas rochas, como área fonte, transporte e o ambiente deposicional, assim como a atmosfera, hidrosfera e litosfera durante o pré-Cambriano, Derry & Jacobsen (1992); Bau & Koschinsky, (2009), porém, podem ser influenciados pela presença de níveis clásticos e vulcânicos e pela contribuição de soluções hidrotermais e fluviais.

...

# **CAPÍTULO 5**

# CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA DAS DIFERENTES OCORRÊNCIAS DE MINÉRIO DE FERRO NA REGIÃO

# 5.1 MAGNETITITO

O magnetitito da região (Figura 5.1) possui em geral uma coloração cinza chumbo granulometria grossa com cristais bem formados, apresentam-se fraturados com direção perpendicular ao acamamento da unidade das formações ferríferas (Figura 5.2). O fraturamento restringe-se somente aos magnetititos, indicando a maior competência desta rocha e a sua formação antes dos processos tectônicos. Seu grau de magnético é elevado em decorrência da quantidade de magnetitas presentes.

Em campo, apresentam-se de forma isolada e em pouca quantidade, podendo ser interpretados como lentes ou camadas descontínuas. (Figura 5.3).



Figura 5.1-Amostra de magnetitito.



Figura 5.2-Afloramento de magnetitito na frente de lavra. Nota-se as fraturas discordante com estruturas presentes nas formações ferríferas.



Figura 5.3-Lentes isoladas de magnetitito.

## **5.2 HEMATITITO**

Os hematititos apresentam-se de forma compacta ou semi-compacta (Figura 5.4), muitas vezes intemperizados, e baixo grau de magnetismo. Não apresentam estruturas primárias preservadas e, em sua maioria, mostram-se nas colorações: azul petróleo, alaranjada, avermelhado ou amarelado, a depender do grau de alteração.

Na figura 5.5 pode-se observar um afloramento de hematitito, de maneira geral se apresentam compactos, com trechos de coloração amarelada, reflexo de alguma alteração incidente.



Figura 5.4-Amostra de hematitito.



Figura 5.5-Afloramento de Hematita.

#### 5.3 ITABIRITOS

#### 5.3.1 Itabirito

Os itabiritos (Figura 5.6) apresentam-se desde friáveis a semi-compactos, preservam sua estrutura bandada, com bandas ricas em sílicas de coloração acinzentada- esbranquiçadas, e bandas de hematita, de coloração cinza-escuro-azulado. Diferenciam-se dos itabiritos silicosos por terem um menor teor de sílica, serem compactos ou semi- compactos, além de um maior grau de magnetismo, induzido pela proporção dominante de magnetita em relação a hematita em suas bandas. Sua granulometria varia de média a grossa, que pode ser atribuída à recristalização, indicando um grau de metamorfismo variando de médio a alto

As amostras frescas são encontradas em profundidades elevadas, o que confere menor grau de oxidação e maior conservação dos cristais de magnetita e hematita. Na figura 5.7, observa-se um afloramento de itabirito, nota-se que por esse estar exposto em altitudes mais elevadas, está mais propício a processos de alterações.



Figura 5.6-Amostra de itabirito



Figura 5.7-Afloramento de itabirito, nota-se na coloração amarela, a presença de rochas intrusivas e alterações.

## 5.3.2 Itabirito limonítico

Os itabiritos limoníticos (Figura 5.8) compreendem um material muito hidratado e pouco resistente (friável), com granulometria siltosa a areia grossa. São formados a partir dos itabiritos que por sua vez, foram lixiviados e limonitizados. Possuem magnetismos moderados e sua coloração altera de amarelado a alaranjado. Esta litologia pode ser um indicador de uma fase hidratada dos itabiritos da região.

Sua textura é bastante friável, sempre muito alterada. A figura 5.9 apresenta um afloramento, no qual ocorrem bandas de itabirito limonítico na coloração amarelada.



Figura 5.8-Amostra de itabirito limonítico.



Figura 5.9-Destaque na cor amarelada, passagens de itabirito limonítico

#### 5.3.3 Itabirito silicoso

Os itabiritos silicosos (Figura 5.10) possuem maiores concentrações de quartzo e consequente baixo magnetismo ou inexistente. Seus minerais se apresentam fracamente unidos ou friáveis, isso pode ser entendido a um processo metamórfico de textura sacaroidal.

Foi observado que essa litologia possui feições de processos de alterações, devido a eventuais trechos na coloração amarelada, marcando possíveis processos de lixiviação. Ocorre uma preservação do bandamento composicional, com bandas de hematita, de coloração cinza-escuro-azulado, e bandas de sílica, predominando a cor brancas-acinzentadas, e eventualmente amareladas, a granulometria varia de média a grossa. A figura 5.11 apresenta uma imagem de um afloramento de itabirito silicoso na região.



Figura 5.10-Amostra de itabirito silicificado



Figura 5.11-Afloramento de itabirito silicificado

# 5.4 QUARTZITO FERRUGINOSO

Os quartzitos ferruginosos (Figura 5.12) apresentam-se como rochas claras sempre associadas com formações ferríferas e magnetititos. Apresenta uma elevada quantidade de quartzo grosseiro em comparação com as outras descritas. Podem preservar estruturas bandadas, e bastante fraturados. São friáveis ou semi-compactas, com baixo magnetismo ou inexistente. A figura 5.13 apresenta um afloramento de quartzito ferruginoso na região.



Figura 5.12-Amostra de quartzito ferruginoso



Figura 5.13-Afloramento de quartzito ferruginoso

# CAPÍTULO 6 ANÁLISE GEOQUÍMICA DAS DIFERENTES OCORRÊNCIAS DE MINÉRIO DE FERRO NA REGIÃO

# 6.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram elaborados dois gráficos estatísticos de multivariadas de componentes principais: o primeiro (Figura 6.1) buscou-se uma eventual relação química entre os teores. Já o segundo (Figura 6.2), foi levado em conta as litologias presentes nesse estudo, trazendo possíveis relações entre essas com o gráfico da Figura 6.1.



**Figura 6.1**--Correlação entre o primeiro e segundo componente da análise de componentes principais. Gráfico de Loading.



Figura 6.2-Correlação entre o primeiro e segundo componente da análise de componentes principais. Gráfico de Escores.

Analisando a figura 6.1, observa-se a formação de quatro componentes distintas, uma associada a SiO<sub>2</sub>, outra a FeT, outra a BaO e Mn, e a quarta associada a TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e LOi

A partir da figura 6.2, observa-se uma clara distinção entre as litologias, sobretudo as amostras de quartzitos ferruginosos, que possuem uma forte relação com o teor de  $SiO_2$  e o magnetititos, fortemente associado ao teor de FeT.

Por outro lado, as amostras de itabirito limonítico e itabirito silicoso encontram-se nas zonas de transição, sendo os ITAL, associados a porção mais rica de FeT e os ITASI relacionados as porções mais ricas em SiO<sub>2</sub>.

As tabelas 6.1 e 6.2 abaixo apresentam os valores dos autovetores a autovalores para as análises de Componentes Principais.

Tabela 6.1-Tabela de Autoanálise de Autovalores e Autovetores da matriz de correlação.

Autoanálise (Autovalores e Autovetores) da matriz de correlação.											
Autovalor	2,6811	2,0472	1,4717	0,3788	0,2807	0,1363	0,0043				
Proporção	0,383	0,292	0,210	0,054	0,040	0,019	0,001				
Acumulado	0,383	0,675	0,886	0,940	0,980	0,999	1,000				

Autovetores					
Variável	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
SiO <sub>2</sub>	-0,272	-0,543	0,363	0,005	-0,014
$Al_2O_3$	0,501	-0,302	-0,197	-0,011	0,142
TiO <sub>2</sub>	0,440	-0,303	-0,258	0,655	-0,163
BaO	0,320	0,222	0,567	0,213	0,686
Mn	0,303	0,271	0,560	0,087	-0,693
LOI	0,535	-0,079	-0,049	-0,711	-0,027
FeT	0,041	0,627	-0,354	0,112	0,032

Tabela 6.2-Tabela de Autovetores da matriz de correlação.

Observa-se na tabela 6.1 que os três primeiros fatores apresentam porcentagem acumulada superior a 80 %, o que indica representatividade estatística relevante. Já o terceiro componente exibe a correlação positiva entre Mn e BaO.

Assim como mostra a figura 6.1 observa-se que o primeiro componente apresenta forte correlação entre Al, Ti e LOI. O segundo componente exibe a correlação negativa entre Fe e SiO<sub>2</sub>. Já o terceiro componente exibe a correlação positiva entre Mn e BaO.

Serão discutidos nos próximos tópicos as principais características geoquímicas de cada litotipo, além de uma análise estatística bivariável, utilizando-se do método de Pearson, para medir as possíveis relações entre tais elementos e o que elas representam.

### 6.2 MAGNETITITO

Os magnetititos amostrados em geral seu teor de FeT varia desde 38,4 a 78,9%, sua média gira em torno de 61,14%, com mediana de 61,54% de ferro. A sílica presente nessas rochas varia de 1,34 a 42,4% com média de 8,16% e mediana de 6,31%.

As figuras 6.3 e 6.4 apresentam os gráficos boxplot no qual foram expressos os valores de máximo, mínimo e mediana de FeT e  $SiO_2$  nas amostras de Magnetitito.



Figura 6.3-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT das magnetititos.



Figura 6.4- Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO2 das magnetititos.

Com relação aos outros percentuais mineralógicos, os magnetitos da região possuem em média, 0,02% de BaO, 0,15% de Mn, 0,3% de TiO<sub>2</sub>, 0,11% de MgO, 4,5% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, e sua perda ao fogo é em média de 2,8%. A tabela 6.3 apresenta os dados citados:

Estatísticas	Estatísticas Descritivas:											
Variável	Média	DesvPad	Variância	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo			
FeT	61,143	7,552	57,029	12,35	38,4	55,41	61,54	67,31	74,59			
LOI	2,787	1,544	2,383	55,39	0,73	1,682	2,47	3,598	11,56			
BaO	0,02373	0,0578	0,00334	243,54	0,01	0,01	0,01	0,02	0,5			
Mn	0,1534	0,5113	0,2614	333,21	0,009	0,03	0,04	0,09	4,33			
TiO <sub>2</sub>	0,304	0,253	0,064	83,21	0,04	0,11	0,225	0,43	1,19			
MgO	0,108	0,03574	0,00128	33,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,34			
$AI_2O_3$	4,447	2,673	7,147	60,12	0,85	2,313	3,485	6,057	12,2			
SiO <sub>2</sub>	8,159	7,206	51,921	88,32	1,34	3,16	6,305	9,518	42,4			
Variável	Amplitude											
FeT	36,19											
LOI	10,83											
BaO	0,49											
Mn	4,321											
TiO <sub>2</sub>	1,15											
MgO	0,24											
$AI_2O_3$	11,35											
SiO <sub>2</sub>	41,06											

Tabela 6.3- Estatística dos elementos do MAG

Foram realizadas as análises de correlação de Pearson a fim de se identificar as possíveis correlações bielementares (Tabela 6.4).

Tabela 6.4-Correlação de Pearson para o MAG

Correlaç	Correlação de Pearson para o MAG:													
	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	Р	Mn	BaO	LOI			
$AI_2O_3$	0,186													
CaO	0,058	0,459												
MgO	-0,004	0,15	0,471											
TiO <sub>2</sub>	0,218	0,902	0,331	0,045										
$Na_2O$	0,107	0,128	0,004	-0,045	0,111									
$K_2O$	0,095	0,607	0,082	-0,041	0,59	-0,044								
Р	0,083	0,263	-0,036	-0,182	0,229	0,141	0,181							
Mn	-0,055	-0,065	-0,023	0,724	-0,079	-0,047	-0,049	-0,142						
BaO	-0,058	-0,056	-0,03	0,717	-0,098	-0,03	-0,055	-0,094	0,936					
LOI	0,14	0,534	0,215	0,596	0,416	0,194	0,19	0,204	0,649	0,654				
FeT	-0,837	-0,566	-0,232	-0,232	-0,536	-0,141	-0,309	-0,123	-0,148	-0,135	-0,561			

Observa-se forte correlação positiva, destacada em verde, entre  $Al_2O_3$  e  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  e  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$  e LOI, MgO e Mn, MgO e BaO, MgO e LOI, TiO\_2 e  $K_2O$ , Mn e BaO, Mn e LOI, BaO e LOI, e uma forte correlação negativa, destacada em vermelho, entre:  $SiO_2$  e FeT,  $Al_2O_3$ , e FeT,  $TiO_2$  e FeT, LOI e FeT, conforme pode ser observado nos gráficos das figuras 6.5 e 6.6.



Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.



Figura 6.5-Gráficos com a correlação direta dos dados de MAG maiores que 0,5

Figura 6.6-Gráficos com a correlação direta dos dados de MAG menores que -0,5.

### **6.3 HEMATITITO**

Foram obtidas poucas amostras de hematita na região, sendo os seus teores de  $SiO_2$  variando desde 3,41 a 11,8%, se mantendo na média de 7,3% e mediana de 6,99%, enquanto seus teores de FeT variam desde 55,26 a 64,15% com média de 60,25% e mediana de 60,79%.

As figuras 6.7 e 6.8 apresentam os gráficos boxplot no qual foram expressos os valores de máximo, mínimo e mediana de FeT e  $SiO_2$  nas amostras de Hematita.



Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

Figura 6.7-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT das hematitas.



Figura 6.8- Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO2 das hematitas

A partir da tabela 6.5 verifica-se que as hematitas da região possuem cerca de 0,02% de Ba, além de 0,06% de Mn, 0,023% de TiO<sub>2</sub>, 0,1% de MgO, 4,77 de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, e seu valor de perda ao fogo é de 3,02%.

Estatísticas Descritivas:										
Variável	Média	DesvPad	Variância	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	
FeT	60,25	3,72	13,81	6,17	55,26	56,49	60,78	63,46	64,15	
LOI	3,015	1,844	3,4	61,16	1,89	1,945	2,2	4,9	5,77	
BaO	0,0225	0,015	0,00022	66,67	0,01	0,01	0,02	0,0375	0,04	
Mn	0,0575	0,055	0,003	95,65	0,03	0,03	0,03	0,1125	0,14	
TiO <sub>2</sub>	0,225	0,1816	0,033	80,7	0,08	0,0975	0,165	0,4125	0,49	
MgO	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$AI_2O_3$	4,77	2,67	7,13	55,96	2,62	2,92	3,9	7,5	8,67	
SiO <sub>2</sub>	7,3	3,52	12,36	48,18	3,41	4,09	6,99	10,82	11,8	
Variável	Amplitude									
FeT	8,89									
LOI	3,88									
BaO	0,03									
Mn	0,11									
TiO <sub>2</sub>	0,41									
MgO	0									
$AI_2O_3$	6,05									
SiO <sub>2</sub>	8,39									

Tabela 6.5- Estatística dos elementos do HEM

Foram realizadas as análises de correlação de Pearson a fim de se identificar as possíveis correlações bielementares (Tabela 6.6).

Tabela 6.6-Correlação de Pearson para o HEM

Correlaç	Correlação de Pearson para a HEM:												
	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	Р	Mn	BaO	LOI		
$AI_2O_3$	-0,1												
CaO	*	*											
MgO	*	*	*										
TiO <sub>2</sub>	0,213	0,906	*	*									
Na <sub>2</sub> O	*	*	*	*	*								
$K_2O$	0,199	-0,255	*	*	-0,457	*							
Р	0,099	0,961	*	*	0,872	*	-0,023						
Mn	0,107	0,974	*	*	0,973	*	-0,304	0,957					
BaO	-0,042	0,842	*	*	0,618	*	0,304	0,923	0,778				
LOI	0,083	0,967	*	*	0,984	*	-0,387	0,928	0,996	0,725			
FeT	-0,502	-0,804	*	*	-0,878	*	0,008	-0,907	-0,894	-0,756	-0,866		
* NOTA	* NOTA * Todos os valores na coluna são idênticos.												

Observa-se forte correlação positiva, destacada em verde, entre Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e P, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Mn, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e BaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e LOI, TiO<sub>2</sub> e P, TiO<sub>2</sub> e Mn, TiO<sub>2</sub> e BaO, TiO<sub>2</sub> e LOI, P e Mn, P e BaO, P e

LOI, Mn e BaO, Mn e LOI, e uma forte correlação negativa, destacada em vermelho, entre:  $SiO_2$  e FeT,  $Al_2O_3$ , e FeT,  $TiO_2$  e FeT, P e FeT, Mn e FeT, BaO e FeT, LOI e FeT.

No caso das Hematitas, não foi possível a realização de gráficos de correlação binário entre a mineralogia das amostras, isso devido a baixa quantidade de amostra que foi analisada e amostrada em laboratório.

## 6.4 ITABIRITOS

#### 6.4.1 Itabirito

Em média, os itabiritos amostrados possuem um teor de FeT de 39,84% e mediana de 38,08%, sendo seus teores variando desde 21,14 a 67,72% de ferro. Seu teor de sílica se mantém por volta de 35,85%, com mediana de 36,9% podendo variar desde 1,88 para 62,4%.

As figuras 6.9 e 6.10 apresentam os gráficos boxplot no qual foram expressos os valores de máximo, mínimo e mediana de FeT e SiO<sub>2</sub> nas amostras de Itabirito.



Figura 6.9-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT dos Itabiritos.



Figura 6.10-Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO<sub>2</sub> dos Itabiritos

Já os outros elementos traços, nota-se que em médio, os itabiritos da região possuem cerca de, 0,03% de Ba, 0,23% de Mn, 0,37% de TiO<sub>2</sub>, 0,10% de MgO, 4,87% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, além de 3,78% de perda ao fogo. A tabela 6.7, apresenta os dados químicos obtidos do itabirito da região.

Estatísticas Descritivas:											
Variável	Média	DesvPad	Variância	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo		
FeT	39,835	9,81	96,238	24,63	21,14	32,422	38,075	46,487	67,72		
LOI	3,776	2,366	5,6	62,67	0,46	2,165	3,07	4,89	11,97		
BaO	0,02659	0,0428	0,00183	161,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,39		
Mn	0,2345	0,6657	0,4431	283,93	0,01	0,03	0,06	0,15	6,63		
TiO <sub>2</sub>	0,3795	0,4017	0,1614	105,87	0,01	0,15	0,29	0,45	3,1		
MgO	0,10341	0,02531	0,00064	24,48	0,1	0,1	0,1	0,1	0,36		
$Al_2O_3$	4,871	3,866	14,947	79,37	0,2	1,975	3,99	6,34	19,9		
SiO <sub>2</sub>	35,85	14,34	205,67	40	1,88	26,55	36,9	47,6	62,4		
Variável	Amplitude										
FeT	46,58										
LOI	11,51										
BaO	0,38										
Mn	6,62										
TiO <sub>2</sub>	3,09										
MgO	0,26										
$AI_2O_3$	19,7										
SiO <sub>2</sub>	60,52										

Tabela 6.7-Estatística dos elementos do ITA

Foram realizadas as análises de correlação de Pearson a fim de se identificar as possíveis correlações bielementares (Tabela 6.8).

Correlaç	Correlação de Pearson para o ITA													
	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	Р	Mn	BaO	LOI			
$AI_2O_3$	-0,326													
CaO	0,021	0,264												
MgO	-0,127	0,317	0,755											
TiO <sub>2</sub>	-0,236	0,724	0,086	0,089										
$Na_2O$	0,175	0,126	0,03	0,027	0,079									
$K_2O$	0,015	0,302	-	-0,003	0,237	0,465								
			0,002											
Р	-0,01	0,02	-	-0,04	0,308	-0,047	0,08							
			0,048											
Mn	-0,162	0,187	-	0,134	0,169	-0,022	0,089	-0,152						
			0,023											
BaO	-0,119	0,259	-	0,245	0,229	0,029	0,063	-0,05	0,715					
			0,062											
loi	-0,377	0,784	0,065	0,223	0,559	0,013	0,039	-0,044	0,303	0,346				
FeT	-0,855	-0,166	-0,12	-0,028	-0,133	-0,232	-0,159	0,011	-0,028	-0,09	-0,101			

Tabela 6.8-Correlação de Pearson para o ITA

Observa-se forte correlação positiva, destacada em verde, entre  $Al_2O_3$  e  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  e LOI, CaO e MgO, TiO\_2 e LOI, Mn e BaO e uma forte correlação negativa, destacada em vermelho, entre:  $SiO_2$  e FeT, conforme pode ser observado nos gráficos das figuras 6.11 e 6.12 respectivamente.



Figura 6.11-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITA maiores que 0,5



Figura 6.12-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITA menores que -0,5

#### 6.4.2 Itabirito limonítico

Os itabiritos limoníticos presentes nesse estudo, apresentam uma média de 41,41% e mediana de 44,01% no seu teor de FeT, sendo o máximo obtido nessas amostras de 78,91% e o mínimo 11,84%. Cerca de 29,37% do teor das amostras, em média, é composto por sílica, com teor máximo obtido foi de 70,5%, o mínimo 0,96% e mediana de 28,7%.

As figuras 6.13 e 6.14 apresentam os gráficos boxplot no qual foram expressos os valores de máximo, mínimo e mediana de FeT e SiO<sub>2</sub> nas amostras de Itabirito Limonítico.



Figura 6.13-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT dos itabiritos limoníticos.



Figura 6.14-Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO2 dos itabiritos limoníticos.

Com relação aos outros percentuais químicos, os itabiritos limoníticos possuem um teor considerável de alumínio, com cerca de 5,6%, além disso, 0,07% de Ba, 0,85% de Mn, 0,31% de TiO<sub>2</sub>, 0,14 % de MgO, e seu valor de perda ao fogo em média é de 5,8%. A tabela 6.9 apresenta os dados obtidos para essa litologia.

Estatística	s Descritivas:								
Variável	Média	DesvPad	Variância	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
FeT	41,407	12,284	150,896	29,67	11,84	32,883	44,01	50,483	78,91
LOI	5,804	3,445	11,866	59,35	0,42	2,78	5,035	9,17	13,46
BaO	0,07162	0,09919	0,00984	138,49	0,01	0,01	0,04	0,09	0,65
Mn	0,8517	1,2747	1,6248	149,65	0,02	0,13	0,375	1,11	9,22
TiO <sub>2</sub>	0,3073	0,4608	0,2123	149,95	0,01	0,03	0,155	0,36	3,37
MgO	0,1429	0,2145	0,046	150,09	0,1	0,1	0,1	0,1	2,39
$AI_2O_3$	5,995	5,988	35,856	99,88	0,28	1,4	4,265	8,35	27,1
SiO <sub>2</sub>	29,37	14,42	207,92	49,09	0,96	19,32	28,75	37,5	70,5
Variável	Amplitude								
FeT	67,07								
LOI	13,04								
BaO	0,64								
Mn	9,2								
TiO <sub>2</sub>	3,36								
MgO	2,29								
$AI_2O_3$	26,82								
SiO <sub>2</sub>	69,54								

Tabela 6.9-Estatística dos elementos do ITAL

Foram realizadas as análises de correlação de Pearson a fim de se identificar as possíveis correlações bielementares (Tabela 6.10).

Tabela 6.10-Correlação de Pearson para o ITA
--

Correlaç	Correlação de Pearson para o ITAL:												
	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	Р	Mn	BaO	LOI		
$AI_2O_3$	0,099												
CaO	-0,012	-0,063											
MgO	-0,022	0,022	0,812										
TiO <sub>2</sub>	0,062	0,848	-0,036	0,045									
$Na_2O$	0,088	-0,1	-0,01	-0,031	-0,094								
$K_2O$	0,094	0,591	-0,026	0,049	0,441	-0,093							
Р	-0,17	0,116	-0,051	-0,074	0,121	0,035	0,197						
Mn	-0,276	-0,055	0,076	0,306	-0,043	0,023	0,065	0,076					
BaO	-0,206	0,076	0,019	0,027	0,013	0,04	0,178	0,156	0,664				
LOI	-0,276	0,743	-0,095	0,041	0,617	-0,155	0,296	0,127	0,115	0,147			
FeT	-0,764	-0,656	0,043	-0,046	-0,538	-0,009	-0,405	0,038	0,085	0,01	-0,357		

Observa-se forte correlação positiva, destacada em verde, entre  $Al_2O_3$  e  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  e  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$  e LOI, CaO e MgO, TiO\_2 e LOI, Mn e BaO e uma forte correlação negativa, destacada em vermelho, entre:  $SiO_2$  e FeT,  $Al_2O_3$ , e FeT,  $TiO_2$  e FeT, conforme pode ser observado nos gráficos das figuras 6.15 e 6.16 respectivamente.



Figura 6.15-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITAL maiores que 0,5



Figura 6.16-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITAL menores que -0,5.

#### 6.4.3 Itabirito silicoso

Os itabiritos silicosos analisados, em geral possuem uma quantidade expressiva de SiO<sub>2</sub>, com 50,88% em média e mediana de 52,7% na sua composição e com teores variado de 11,4 a 69,4%. Já o FeT varia desde 18,54 a 54,32% e em média compõem 30,58% com uma mediana de 29,53%.

As figuras 6.17 e 6.18 apresentam os gráficos boxplot no qual foram expressos os valores de máximo, mínimo e mediana de FeT e SiO<sub>2</sub> nas amostras de Itabirito Silicoso.



Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

Figura 6.17-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT de Itabirito silicoso.





Com relação aos outros elementos, nota-se que em média, os itabiritos silicosos possuem um teor considerável de alumínio, com cerca de 4,17%, além disso, possui cerca de 0,02% de Ba, 0,12% de Mn, 0,3% de TiO<sub>2</sub>, 0,11 % de MgO, e seu valor de perda ao fogo em média é de 2,94%. A tabela 6.11 apresenta os dados obtidos para essa litologia.
Estatístic	Estatísticas Descritivas:												
Variável FeT	Média 30,582	DesvPad 7,324	Variância 53,644	CoefVar 23,95	Mínimo 18,54	Q1 24,85	Mediana 29,6	Q3 34,53	Máximo 54,32				
LOI	2,941	1,968	3,872	66,9	0,5	1,69	2,46	3,2	11,6				
BaO	0,02204	0,03622	0,00131	164,35	0,01	0,01	0,01	0,02	0,23				
Mn	0,1231	0,2357	0,0556	191,44	0,008	0,03	0,04	0,11	1,84				
TiO <sub>2</sub>	0,3	0,2864	0,082	95,48	0,01	0,14	0,27	0,38	2,23				
MgO	0,11224	0,05753	0,00331	51,25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,53				
$Al_2O_3$	4,17	3,991	15,925	95,69	0,31	1,46	3,27	5,72	28,7				
SiO <sub>2</sub>	50,88	12,34	152,28	24,25	11,4	45,68	52,7	59,05	69,4				
Variável FeT	Amplitude 35,78												
LOI	11,1												
BaO	0,22												
Mn	1,832												
TiO <sub>2</sub>	2,22												
MgO	0,43												
$Al_2O_3$	28,39												
SiO <sub>2</sub>	58												

Tabela 6.11-Estatística dos elementos do ITASI

Utilizando-se da ferramenta estatística Minitab, foram realizadas as análises de correlação de Pearson a fim de se identificar as possíveis correlações bielementares (Tabela 6.12).

Correlaç	Correlação de Person para o ITASI													
	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K2O	Р	Mn	BaO	LOI			
$Al_2O_3$	-0,479													
CaO	0,188	-0,051												
MgO	-0,388	0,228	0,109											
TiO <sub>2</sub>	-0,511	0,914	-0,04	0,164										
$Na_2O$	0,089	-0,036	0,122	0,22	-0,049									
$K_2O$	-0,367	0,739	-0,083	-0,049	0,771	-0,044								
Р	-0,137	-0,031	0,104	-0,203	0,128	-0,102	0,106							
Mn	-0,293	0,218	-0,082	0,566	0,149	-0,024	0,018	-0,073						
BaO	-0,215	0,208	-0,108	0,409	0,185	-0,03	0,049	-0,032	0,9					
LOI	-0,537	0,763	-0,04	0,605	0,655	0,042	0,303	-0,029	0,483	0,413				
FeT	-0,818	-0,078	-0,18	0,199	0,015	-0,092	0,003	0,173	0,073	-0,004	0,027			

Tabela 6.12-Correlação de Pearson para o ITASI

51

Observa-se forte correlação positiva, destacada em verde, entre  $Al_2O_3$  e  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  e  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$  e LOI, MgO e Mn, MgO e LOI, TiO\_2 e  $K_2O$ , TiO\_2 e LOI, Mn e BaO e uma forte correlação negativa, destacada em vermelho, entre: SiO\_2 e TiO\_2, SiO\_2 e LOI, SiO\_2 e FeT, conforme pode ser observado nos gráficos das figuras 6.19 e 6.20 respectivamente



Figura 6.19-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITASI maiores que 0,5



Figura 6.20-Gráficos com a correlação direta dos dados de ITASI menores que -0,5.

#### 6.5 QUARTZITO FERRUGINOSO

Os quartzitos ferruginosos estudados possuem um valor de SiO<sub>2</sub> variado desde 19,6 a 81%, em geral com uma média de teor de 63,61% e mediana de 65,4% na composição das amostras. Já seus valores de FeT variam desde 10,94 a 39,34%, com média de 20,8% e mediana de 20,14%.

As figuras 6.21 e 6.22 apresentam os gráficos boxplot no qual foram expressos os valores de máximo, mínimo e mediana de FeT e SiO<sub>2</sub> nas amostras de Quartzitos Ferruginosos.



Figura 6.21-Gráfico boxplot representativo dos dados de FeT dos quartzitos ferruginosos.



Figura 6.22-Gráfico boxplot representativo dos dados de SiO<sub>2</sub> dos quartzitos ferruginosos.

Com relação as outras variáveis químicas, os quartzitos ferruginosos da região possuem em média 0,02% de BaO, 0,14% de Mn, 0,30% de TiO<sub>2</sub>, 0,10% de MgO, 4,8% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e seu valor de perda ao fogo é em média de 2,9% como apresentado na tabela 6.13.

Estatísticas Descritivas:												
Variável	Média	DesvPad	Variância	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo			
FeT	20,8	5,377	28,914	25,85	10,94	16,943	20,14	24,125	39,34			
LOI	2,895	2,231	4,979	77,09	0,47	1,64	2,41	3,35	13,21			
BaO	0,02198	0,02975	0,00088	135,32	0,01	0,01	0,01	0,02	0,2			
Mn	0,1356	0,2364	0,0559	174,33	0,008	0,02	0,03	0,1328	1,34			
TiO <sub>2</sub>	0,2948	0,2611	0,0682	88,55	0,01	0,16	0,24	0,38	2,16			
MgO	0,10241	0,01406	0,0002	13,73	0,1	0,1	0,1	0,1	0,21			
$AI_2O_3$	4,794	3,874	15,007	80,81	0,25	2,485	3,65	5,955	24			
SiO <sub>2</sub>	63,61	11,08	122,79	17,42	19,6	58,05	65,4	71,65	81			
Variável	Amplitude											
FeT	28,4											
LOI	12,74											
BaO	0,19											
Mn	1,332											
TiO <sub>2</sub>	2,15											
MgO	0,11											
$AI_2O_3$	23,75											
SiO <sub>2</sub>	61,4											

Tabela 6.13-Estatística dos elementos do QTZF

Foram realizadas as análises de correlação de Pearson a fim de se identificar as possíveis correlações bielementares (Tabela 6.14).

Tabela	6.14-Cor	relação de	e Pearson	para o QTZF
		•		

Correlaçã	Correlação para os QTZFs:														
	SiO2 Al2O3 CaO MgO TiO2 Na2O K2O P Mn BaO 2O3 -0,639														
$AI_2O_3$	-0,639			-											
CaO	0,308	-0,209													
MgO	-0,346	0,302	-0,097												
TiO <sub>2</sub>	-0,62	0,782	-0,159	0,207											
$Na_2O$	0	0,017	0,063	-0,024	0,026										
$K_2O$	-0,219	0,361	0,03	-0,043	0,212	0,028									
Р	-0,33	0,193	0,067	-0,052	0,213	-0,079	0,365								
Mn	-0,367	0,182	-0,114	0,122	0,171	-0,054	-0,204	-0,011							
BaO	-0,113	0,131	0,069	0,106	0,059	-0,057	-0,078	0,15	0,657						
LOI	-0,783	0,859	-0,307	0,326	0,764	-0,031	0,099	0,12	0,433	0,138					
FeT	-0,801	0,078	-0,213	0,214	0,183	0	0,059	0,279	0,22	-0,017	0				

Observa-se forte correlação positiva, destacada em verde, entre Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e LOI, TiO<sub>2</sub>

e LOI, Mn e BaO, e uma forte correlação negativa, destacada em vermelho, entre: SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> e

 $TiO_2$ ,  $SiO_2$  e LOI,  $SiO_2$  e FeT, conforme pode ser observado nos gráficos das figuras 6.23 e 6.24 respectivamente.



Figura 6.23-Gráficos com a correlação direta dos dados de QTZF maiores que 0,5.



Figura 6.24-Gráficos com a correlação direta dos dados de QTZF menores que -0,5.

### **CAPÍTULO 7**

#### **ANÁLISE DE DADOS** 7.1

O desenvolvimento do presente estudo dos dados químicos e petrográficos das formações ferríferas bandadas relativos da Formação Cauê contidos na região de Jacarandira, possibilitam uma série de discussões sobre a gêneses e evolução destas litologias.

A partir dos resultados obtidos, se fez a tabela 7.1 a seguir, na qual mostra em síntese as médias das composições químicas de cada litologia abordada:

	SiO2	Al2O3	Fe2O3 (FeT)	MnO	MgO	TiO2	PPC	BaO
Itabirito Silicoso (QF)	50,88	4,17	35,78	0,12	0,11	0,30	2,94	0,02
Itabirito Magnetítico (QF)	8,16	4,45	61,14	0,15	0,11	0,30	2,79	0,02
Itabirito (QF)	35,85	4,87	39,84	0,23	0,10	0,38	3,78	0,03
Itabirito Limonítico (QF)	29,37	6,00	41,41	0,85	0,14	0,31	5,80	0,07
Hematítito (QF)	7,30	4,77	60,25	0,06	0,10	0,23	3,02	0,23
Quartzito ferruginoso (QF)	63,61	4,79	20,80	0,14	0,10	0,29	2,90	0,02

Tabela 7.1- Médias mineralógicas das formações ferríferas bandadas trabalhadas

A tabela 7.2 apresenta a média da concentração elementar das principais litologias que compõem as formações ferríferas bandadas encontradas na literatura.

Tabela	7.2- Médias	mineralógicas	de diversas	formações	ferríferas	bandadas	encontrada	na literatura.	

Тіро	Bibliografia	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	TiO2	P2O5	PPC
Itabirito Silicoso (QF)		44,7	0,5	37,9	-	-	-	-	0,05	-
Itabirito Anfibolítico	DOI 11 1969	47,8	0,5	29,4		1,6	3,2	-	0,08	-
1 (QF)	Barbora e	44,7	0,5	55	0,23	-	-	0,04	0,11	-
2 (QF)	Grossi Sad 1973	0,4	1,23	50,5	0,32	8,33	14,75	0,01	0,09	-
Itabirito dolomítico (QF)	Spier et al	1,01	0,32	48,98	0,28	10,33	14,36	0,02	0,12	22,77
Quartzo Itabirito (QF)	2007	41,74	0,18	55,71	0,01	0,14	0,46	0,01	0,13	0,59
Média Itabirito Silicoso (QF)	Allemin 2014	40,25	0,2	56,72	0,01	0,1	0,02	0,01	0,07	1,9
Média Itabirito Goetítico (QF)	AIKIIIII 2014	38,77	1,1	57,49	0,15	0,04	0,03	0,04	0,12	3,93
Média Itabirito Serra da Piedade (QF)	Klein e	45,93	0,16	52,89	<0.01	0,04	0,07	0,02	0,07	-
Média Itabirito Silicoso Águas Claras (QF)	Ladeira 2000	65,36	0,12	31,68	0,03	0,75	1,21	0,01	0,08	-
Média F. Óxido Kuruman	Klein & Beukes 1989	46,47	0,07	22,72	0,09	2,36	2,90	0,02	0,11	-

Média Lago Superior	Gole e Klein	47,10	1,50	28,20	-	1,93	2,24	-	0,02	-
Média Tipo Algoma	1981	48,90	3,70	24,90	-	2,00	1,87	-	0,05	-
Média Lago Superior	Beukes et al. 2008	47,30	1,07	43,10	0,44	5,68	3,03	0,04	0,10	-
Média FFB Carajás	Lindenmayer et al. 2011	44,80	0,14	55,30	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	1,60
Média Itabirito Silicoso (QF)		33,14	0,88	65,08	0,11	0,04	<0.01	0,03	0,13	4,07
Média Itabirito Magnetítico (QF)	Leão (2016)	44,30	0,22	54,67	0,03	0,05	0,06	0,01	0,09	2,62
Média Itabirito Anfibolítico (OF)		38,22	0,18	57,61	0,02	0,16	<0.01	0,01	0,08	4,70

No que diz respeito aos elementos maiores e menores, observa-se um comportamento muito semelhante se comparados com a bibliografia, sendo esses confrontados entre si na figura 7.1. Os itabiritos silicosos deste estudo apresentam um teor de SiO<sub>2</sub> e FeT semelhante de Dorr (1969). A média do teor de FeT dos magnetititos deste estudo coincidem com os itabiritos goetíticos de Alkmin (2014). Com relação aos itabiritos e os itabiritos limoníticos estudados, a média do seu teor de FeT se assemelha muito com as formações ferríferas do tipo lago superior apresentada por Beukes et al. (2008). Já as hematitas apresentam um teor de FeT aproximado aos apresentados por Leão (2016). Por fim os quartzitos ferruginosos apresentam um teor de SiO<sub>2</sub> próximo aos itabiritos anfibolíticos apresentados por Dorr (1969).

Nota-se uma predominância na concentração de BaO nas amostras de hematitito, sendo isso um possível indicador de percolação de fluido com consequente enriquecimento desse elemento. Além disso, nota-se pela figura 7.1 um enriquecimento dos hematititos nas concentrações de cálcio e magnésio, se comparado com a literatura, e as outras litologias. Essa anomalia pode estar associada também a percolação de fluidos ácidos.



Figura 7.1-Comparação do padrão de distribuição da média dos elementos maiores das formações ferríferas de Jacarandira com o padrão de outras regiões

A partir da conclusão de Endo e Machado (2002), do ponto de vista da gênese da jazida, é possível admitir que as jazidas de minérios destes terrenos tenham inicialmente uma origem como sedimentos plataformais de bacia profunda, em sedimentação cíclica alternada, por precipitação química ferruginosa e silicosa (chert), dando origem as formações ferríferas bandadas (BIF's) do tipo Lago Superior, associada a sedimentos pelito-psamíticos, sem associação vulcânicas significativas, depositados no paleoproterozóico, em torno de 2.4 Ga e posteriormente metamorfizadas em aproximadamente 2.1 Ga, no evento Transamazônico.

## **CAPÍTULO 8**

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A área abrangida pela pesquisa está presente, predominantemente, metassedimentos atribuídos ao Supergrupo Minas, de idade paleoproterozóica, rochas granito-gnáissicas arqueanas, além de depósitos detrito-lateríticos coluvionares, de idade recente.

O Supergrupo Minas está representado por quartzitos, ferruginosos ou não, além de formações ferríferas itabiríticas, estas associadas a passagens de rocha compactas e semi-compactas com elevados teores em ferro.

As formações ferríferas bandadas da região de Jacarandira encontra-se metamorfisados em sua maioria na forma de itabiritos da Formação Cauê. Estas litologias foram distinguidas entre itabiritos, itabirito silicosos, itabiritos limoníticos, magnetitito, hematita e quartzito ferruginoso de acordo com sua compacidade, mineralogia e atividade magnética.

Na área de estudo ocorrem formações ferríferas bandadas e quartzosas com bandas variando de decimétricas a métricas, intercaladas com camadas de magnetitito. As formações ferríferas de uma maneira geral variam de friáveis a compacta, e apresentam granulometria inequigranular, contendo bandas com concentração de magnetita.

Os quartzitos ferruginosos da sequência exibem granulometria grosseira, sacaroidal, semicompactos a friável, localmente com vênulas ferruginosas, não raramente com veios e vênulas de quartzo concordantes com a foliação principal.

Os itabiritos apresentam-se frequentemente friáveis a semi-compactos, nos quais se distingue o bandamento rítmico, alternado, silicoso e ferruginoso, de espessura subcentimétrica, sendo esses, juntamente com intrusões graníticas, as encaixantes dos corpos magnetiticos.

É interessante observar que os sistemas de fraturas, por razões reológicas, não estão impressos nos itabiritos, somente nas hematitas e magnetitas compactas.

Devido provavelmente a seu caráter friável, os afloramentos de itabiritos não são tão abundantes quantos os de magnetita, nas exposições observadas, geralmente em zonas de alta deformação, é possível observar estruturas de cisalhamento e dobras que muitas vezes apresenta uma ampla complexidade estruturas;

As formações ferríferas metamorfisadas em fácies anfibolito constituem um tipo de minério ocorrente na área. Em geral são itabiritos silicosos com teor médio próximo de 30% de FeT. Estas rochas são frequentemente friáveis e possuem quase sempre conteúdo de magnetita.

Os itabiritos limoníticos, exibem um material hidratado, pouco resistente, são formados por itabiritos que por sua vez, foram lixiviados e limonitizados. Possuem um conteúdo magnético facilmente identificado com o auxílio de imã

Em boa parte das exposições, as rochas itabiríticas encerravam passagens concordantes de rocha compacta a semi-compacta e fortemente magnética, tratando-se de associação hematítia ou magnetítica, esses dois que apresentam nitidamente cristais milimétricos, euédricos a subédricos, supostamente magnetita recristalizada como hematita, com magnetita relicta.

É compreensivo deduzir que as rochas compactas, hematitas e magnetititos, sejam produtos tectono-metamórficos, resultantes da tectônica compressiva supramencionada, possivelmente com a participação de fluidos ácidos, como sugere a contaminação frequente destas rochas com material esbranquiçado, caulínico. Essa contaminação por um fluido ácido, está associado ao enriquecimento principalmente de BaO, MgO e CaO nos hematititos, contribuindo também para um possível enriquecimento de FeT.

Os pacotes de hematita e magnetita encontrados são interpretados como resultantes de concentração por processos hipogênicos profundos, através da percolação de fluidos de origem hidrotermal, sendo bem provável que estes fluidos tenham seu percurso facilitado através da trama produzida pelas deformações tectônicos, especialmente em zonas de falhas ou zonas de cisalhamento.

A geoquímica e geoestatística se mostraram ferramentas muito útil para o aproveitamento da jazida de minério explorada. Isso porque, agregou um melhor entendimento dos processos de caracterização petrográfica em uma área pouco estudada, além de uma distinção mais assertiva das litlogias e consequente aproveitamento adequado do corpo mineralizável.

No caso das jazidas exploradas na região da Fazenda do Segredo, nota-se um enriquecimento de ferro em porções mais profundas mais, associadas a litologias como os magnetititos ou hematititos, enquanto as litologias mais ricas em sílica, ITASI, QTZF, se encontram em trechos mais rasos.

De um modo geral, nota-se que o comportamento dessas amostras estudadas se encaixa dentro da classificação das formações ferríferas do tipo Lago Superior, o que sugere mais ainda que a área de estudo se trata de um membro do Supergrupo Minas.

# **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alkmim A. R. 2014. Investigação geoquímica e estratigráfica da Formação Ferrífera Cauê a porção centro oriental do Quadrilátero Ferrífero, MG. MS Dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 178p.
- Alkmin, F. F. de; MARTINS NETO, M. A. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. Marine and Petroleum Geology, v. 33, n. 1, p. 127-139, maio 2012
- Alkmim F.F, Marshak, S. 1998. Transamazonian orogeny in the southern São Francisco Craton region.Minas Gerais, Brazil: Evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. Precambrian Research, 90 (1-2): 29-58.
- Almeida L. G., Castro P. de T. A., Endo I., Fonseca M. A., 2005. O Grupo Sabará no sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: uma revisão estratigráfica. Rev. Bras. de Geoc. 35(2):177-186;
- Amorim L.Q., Alkmim F.F. 2011. New ore types from the Cauê banded iron-formation, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil – Responses to the growing demand. Iron ore conference. Perth, WA, 13p.
- Baltazar O. F., Lobato L. M. 2020. Structural Evolution of the Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: Influence of Proterozoic Orogenies on Its Western Archean Gold Deposits. Minerals, 10(11): 983.
- Baltazar O. F., Zucchetti M. 2007. Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. Ore Geology Reviews, 32(3-4): 471-499.
- Babinski M., Chemale Jr. F., Van Schmus W. R. 1995. The Pb/Pb age of the Minas supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. Precambrian Research, 72: 235-245.
- Barbosa A. L. M. & Grossi Sad J. H. 1973. Tectonic control of sedimentation and trace- element distribution in iron ores of central Minas Gerais (Brazil). In: Unesco,, Genesis of Precambrian iron and manganese deposits, Proc. Kiev Symp. 1970, Paris,p: 125-131.
- Bekker A., Holland H.D., Wang, P.L., Rumble III D., Stein H.J., Hannah J.L., Coetzee L.L., and Beukes N.J. 2004. Dating the rise of atmospheric oxygen. Nature, 427: 117-120.
- Bekker A., Slack J. F., Planavsky N., Krapež B., Hofmann A., Konhauser K. O., Rouxel O. J. 2010. Iron Formation: The sedimentary product of a complex interplay among mantle, tectonic, oceanic and biospheric processes. Economic Geology, 105: 467-508.
- Beukes N.J., Mukhopadhyay J., Gutzmer J. 2008. Genesis of high-grade iron ores of the Archean Iron Ore Group around Noamundi, India. Economic Geology, 103: 365- 386.Beukes N.J., 1973. Precambrian iron formation of Southern Africa. Economic Geology, 68:960-1004.
- Campos J. 2004. O lineamento Jeceaba-Bom Sucesso como limite dos terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do cráton São Francisco meridional: Evidências geológicas, geoquímicas (rocha total) e geocronológicas (U-Pb). Tese de Doutoramento. Ouro Preto, p. 198.
- Chemale F. Jr., Rosière C. A., Endo I.. 1992. Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: um modelo. Pesquisas, 18(2): 104-127;
- Chemale F. Jr., Rosière C. A., Endo I.. 1994. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Prec. Res., 65:25-54
- Derry L.A., Jacobsen S.B., 1992. The chemical evolution of Precambrian seawater: evidences from REEs in banded iron formation. Geochimica et Cosmochimica Acta, 54:2965-2977.
- Dismukes G.C., Klimov V.V., Baranov S.V., Kozlov Y.N., Dasgupta J., Tyryshkin A. 2001. The origin of atmospheric oxygen on Earth: The innovation of oxygenic photosynthesis. PNAS, 98(5): 2170-2175.

- Dorr J. V. N. 1958. The Cauê Itabirite. In: SBG, Bol. Soc. Bras. Geoc. São Paulo. v. 7. p.61-62.
- Dorr II J.V.N. 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural development of the Quadrilátero Ferrífero Minas Gerais, Brazil. Geological Survey Professional Paper 641- A, Washington, D.C., United States Government Printing Office, 110p.
- (Dymek R. F. and Klein C. 1988. Chemistry, petrology and origin of banded iron-formation lithologies from the 3800 Ma Isua Supracrustal Belt, West Greenland. Precambrian Research, 39: 247–302.
- Endo I. 1997. Regimes tectônicos do Arqueano e Proterozoico no interior da placa Sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais. Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 328p.
- Endo I & Machado R. 2002. Reavaliação e novos dados geocronológicos (Pb/Pb e K/Ar) da Região do Quadrilátero Ferrífero e adjacências, Geologia USP Série Científica, São Paulo, 2: 23-40
- Endo I., Castro P.T.A., Gandini A.L. 2020. Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte, Universidade Federal de Ouro Preto, 480 p.
- Endo I., Delgado C. E. R., Oliveira M. M. F. de, Zapparoli A. de C., Carlos D. U., Galbiatti
- H. F., Castro P. de T. A., Suita M. T. de F., Barbosa M. S. C., Lana C. E., Moura L. G.
- B. de. 2019b. Estratigrafia e Arcabouço Estrutural do Quadrilátero Ferrífero: Nota Explicativa do Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Escala 1:150.000. Ouro Preto, Departamento de Geologia da Escola de Minas – UFOP - Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero: www.qfe2050.ufop.br.
- Endo I., Galbiatti H. F., Delgado C. E. R., Oliveira M. M. F. de, Zapparoli A. de C., Moura L. G. B. de, Peres G. G., Oliveira A. H. de, Zavaglia G., Danderfer F<sup>o</sup> A., Gomes C. J. S., Carneiro M. A., Nalini Jr. H. A., Castro P de T. A., Suita M. T. de F., Tazava E., Lana C. de C., Martins-Neto M. A., Martins M. de S., Ferreira F<sup>o</sup> F. A., Franco A. P., Almeida L. G., Rossi D. Q., Angeli G., Madeira T. J. A., Piassa L. R. A., Mariano D. F., Carlos D. U.. 2019a. Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Escala 1:150.000: Uma celebração do cinquentenário da obra de Dorr (1969).Ouro Preto, Departamento de Geologia da Escola de Minas – UFOP - Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero: www.qfe2050.ufop.br.
- Endo I., Oliveira A. H., Peres G. G., Guimarães M. L. V., Lagoeiro L. E., Machado R., Zavaglia. G., Rosas C. F. Melo R. J. 2005. Nappe Curral: Uma megaestrutura alóctone do Quadrilátero Ferrífero e controle da mineralização. In: X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos/IV International Symposium on Tectonics, Curitiba, Boletim de Resumos Expandidos, 279-282.
- Endo I., Rosière C. A., Chemale Júnior, F. 1992. Roteiro da excursão geológica no Quadrilátero Ferrífero e regiões adjacentes. Revista da Escola de Minas, Minas Gerais, 45: 1-69
- Endo I., Silva L.G., Zavaglia G. 2004a. Mapeamento Geológico, Estratigrafia e Arcabouço Estrutural. Projeto Brucutu - Dois Irmãos, Convênio CVRD\_UFOP, Relatório Interno. 38p.
- Farina F., Albert C., Dopico C.M., Gil C.A., Moreira H., Hippertt J.P., Lana C. 2016. The Archean Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brasil): Current models and open questions. Journal of South American Earth Sciences, 68: 4-21.
- Gair J. E. 1958. The Sabará Formation. In: Symposium on Stratigraphy of Minas Series in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Bol. SBG, 7(2):68-69.
- Gair J. E. 1962. Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima Quadrangles Minas Gerais, Brazil. Geological Survey professional paper 341-A. United States Government printing office. Washington.
- Gole M.J. & Klein C. 1981.Banded iron-formations through much of Precambrian time. Journal of Geology, 89:169-183.

- Gomes Jr. A. A. S.. 2002. Compartimentação estrutural de um segmento do Sinclinal Dom Bosco, Saramenha- -Tripuí, Ouro Preto, MG. Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Trabalho Final de Graduação, 58 p.;
- Gross G. A. 1980. A classification of iron formations based on depositional environments. Can. Mineral., 18: 215-222.
- Gross G.A., 1983, 'Tectonic systems and the deposition of iron-formation', Precambrian Research, 20, pp. 171-187.
- Guimarães D., Melo S. M. G., Melo E. A. V. 1967. O Complexo de Bação. Bol. Inst. Geol./EFMOP, 2(1): 1-12;
- Hartmann L. A., Endo I., Suita M. T. F., Santos J. O. S., Frantz J. C., Carneiro M. A., Naughton N. J. andBarley M. E. 2006. Provenance and age delimitation of Quadrilátero Ferrífero sandstones based on zircon UPb isotopes. Journal of South American Earth Sciences, 20: 273-285.
- Holland H.D., 1984, The chemical evolution of the atmosphere and oceans. Princeton University Press, New Jersey, pp. 374-407.
- Isley A. E. 1995. Hydrotermal plumes and the delivery of iron to banded iron formation. Journal of Geology, 103: 169–185.
- Inachvili I, 2014. Prospecção geológica e geofísica com ênfase em formações ferríferas na faixa meridional do Quadrilátero Ferrífero do Supergrupo Minas Indiviso. Dissertação de Mestrado. Apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Masquita Filho, p. 90.
- James H.L. 1954. Sedimentary facies of iron-formation. Econ.Geol., 49: 235-293.
- James H.L. 1966. Chemistry of iron-rich sedimentary rocks. U.S.Geological Survey. Prof. Pap., 440p
- Klein C. & Ladeira E.A. 2000. Geochemistry and petrology of some Proterozoic banded iron formations of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Econ. Geo., 95:405–428;.
- Lana C., Alkmim F. F., Armstrong R., Scholz R., Romano R., Nalini Jr. H. A. 2013. The ancestry and magmatic evolution of Archan TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. Precambrian Research, 231: 157-173.
- Leão L, 2016. Estudo mineralógico e químico das formações ferríferas bandadas da área do sinclinal Conta História. Dissertação de mestrado, Ouro Preto, p. 115.
- Liang M.C., Hartman H., Kopp R.E., Kirschving J.L. 2006. Production of hydrogen peroxide in the atmosphere of a snowball Earth and the origin of oxygenic photosynthesis. PNAS, 103 (50): 18896-18899.
- Lindenmayer, Z. G.; Laux, J. H.; Teixeira, J. B. G. Considerações sobre as origens das formações ferríferas bandadas da Formação Carajás, Serra dos Carajás. Revista Brasileira de Geociências, v. 31, p. 21-28, mar. 2001.Marshak S., Alkmim F.F. 1989. Proterozoic extension/contraction tectonics of the southern São Francisco Craton and adjacent regions, Minas Gerais, Brazil: A kinematic model relating Quadrilátero Ferrrífero, São Francisco Basin and Cordillera do Espinhaço. Tectonics, 8(3): 555- 571.
- Maxwell C. H. 1958. The Batatal Formation: Soc. Bras. de Geol. Bol., v. 7, nº. 2, p. 60-61;
- Pufahl P.K., 2010. Bioelemental sediments. In: N.P James and R.W. Dalrymple (eds). Facies Models 4th edition. Geological Association of Canada, p. 477-504
- Renger F. E., Noce C. M., Romano A. W., Machado N. 1994. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma. de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Geonomos. 2(1): 1-11.

- Romano R., Lana C., Alkmim F. F., Stevens G. S. Armstrong R. 2013. Stabilization of the southerns portion of the São Francisco Craton, SE Brazil, through a long-lived period of the potassic magmatism. Precambrian Research, 244: 143-159.
- Rosière C.A., Rios F.J. & Siemes H. 2001. Deslizamento intracristalino no plano basal da hematita por enfraquecimento hidrolítico. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 8,Recife, Resumos.
- Simmons G. C. & Maxwell C. H. 1961. Grupo Tamanduá da Serie Rio das Velhas: Brazil Dept. Nac. Produção Mineral, Div. Geol. e Min., Bol. 211, 30 p.;
- Spier C.A., Oliveira S.M.B., Sial A.N., Rios F.J. 2007. Geochemistry and genesis of the banded iron formations of the Cauê Formation, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Precambrian Research, 152(3-4): 170-206.
- Zucchetti M. 1998. Geoquímica dos metabasaltos do Grupo Nova Lima, Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 135 p

A – Banco de dados químicos:

Litologia	Peso	FeO	SiO2	AI2O3	CaO	MgO	TiO2	Na2O	K20	Fe	Р	Mn	BaO	LOI	FeT
HEM	12,97	0,95	3,41	3,81	0,02	0,1	0,15	0,1	0,01	63,2	0,033	0,03	0,01	2,29	64,15
HEM	6,8	0,76	7,86	8,67	0,02	0,1	0,49	0,1	0,11	54,5	0,098	0,14	0,04	5,77	55,26
HEM	8,78	0,9	6,12	3,98	0,02	0,1	0,08	0,1	0,47	60,5	0,053	0,03	0,03	1,89	61,40
HEM	6,99	1,17	11,8	2,62	0,02	0,1	0,18	0,1	0,21	59,00	0,037	0,03	0,01	2,11	60,17
ITA	5,51	1,53	24,2	6,36	0,01	0,1	0,31	0,1	0,14	45,1	0,093	0,12	0,01	4,64	46,63
ITA	8,99	1,2	27,00	5,91	0,01	0,1	0,33	0,1	0,01	43,2	0,019	0,05	0,02	4,89	44,40
ITA	8,45	1,29	36,9	8,59	0,15	0,1	0,51	0,1	0,01	32,8	0,019	0,1	0,01	5,88	34,09
	6,81	1,35	36,4	6,97	0,09	0,1	0,33	0,1	0,06	35,2	0,016	0,15	0,03	5,34	36,55
	4,01 0.50	2,05	93,6 200	3,26	0,05	0,1	0,28	0,1	0,03	30,6	0,094	0,03	0,02	2,64	37,60
	6,06	2,63	36,3	2,43 5,42	0,02	0,1	129	0,1	0,01	40,6	0,034	0,02	0,04	3,32	43,23
	3 44	4.3	40.2	2.22	0,03	0,1	0.23	0,1	0,02	26.9	0.074	0,00	0,02	9,10	4120
	3,77	1.01	29.8	4 4 7	0.02	0,1	0.61	0,1	0.01	414	0.125	0.05	0.03	5 4 4	42.41
ITA	4.39	1.06	38.1	2.31	0.02	0.1	0.32	0.1	0.01	37.2	0.114	0.13	0.02	3.96	38.26
ITA	2.29	0.23	33.9	1.47	0.02	0.1	0.26	0.1	0.01	41.4	0.107	0.54	0.1	3,13	41.63
ITA	6,93	0,14	31,1	8,7	0,02	0,1	0,42	0,1	0.04	37,4	0,028	0,49	0,06	6,74	37,54
ITA	6,12	0,68	39,3	11,2	0,02	0,1	0,5	0,1	0,03	28,9	0,02	0,15	0,04	6,62	29,58
ITA	5,24	2,75	22,4	8,33	0,02	0,1	0,29	0,1	0,09	45,3	0,079	0,49	0,11	4,46	48,05
ITA	4,03	1,19	39,7	7,77	0,02	0,1	0,27	0,1	0,04	33,7	0,054	0,13	0,01	4,88	34,89
ITA	8,53	2,59	19,2	5,34	0,01	0,1	0,24	0,1	0,06	50,5	0,083	0,17	0,01	3,09	53,09
ITA	9,3	2,82	24,1	4,26	0,04	0,1	0,51	0,1	0,07	48,1	0,194	0,05	0,01	3,02	50,92
ITA	10,28	0,63	39,2	2,77	0,02	0,1	0,13	0,1	0,02	37,6	0,052	0,38	0,01	3,72	38,23
ITA	3,27	0,78	33,3	4,88	0,01	0,1	0,25	0,1	0,01	38,8	0,024	0,14	0,02	5,07	39,58
ITA	9,66	4,14	34,5	3,99	0,02	0,1	0,1	0,1	0,07	42,2	0,075	0,1	0,01	2,34	46,34
ITA	8,89	1,6	35,2	7,23	0,02	0,1	0,44	0,1	0,14	37,00	0,084	0,07	0,01	4,43	38,60
ITA	8,48	1,78	31,5	5,28	0,01	0,1	0,35	0,1	0,01	41,2	0,067	0,1	0,01	4,7	42,98
	6,56	1,49	49,3	3,81	0,03	0,1	0,27	0,1	0,07	30,2	0,08	0,02	0,01	3,69	31,69
	10,29	1,24	49,9	1,37	0,03	0,1	0,18	0,1	0,06	30,7	0,060	0,05	0,01	2,2	35,34
	6,32	2,41	40,6 27.4	1,97 5.27	0,02	0,1	0,08	0,1	0,01	30,0	0,068	0,44	0,09	Z,20 5.02	91,01
	5.29	1.04	25.00	4.25	0,01	0,1	0,20	0,1	0,03	29.4	0,007	0,03	0,0	0,00 4 99	37,23 40.44
ITA	31	152	27.9	7.47	0.01	0,1	0.23	01	0.08	39.9	0.007	0.11	0.01	5.91	4142
ITA	4.82	2.32	26.2	3.12	0.01	0.1	0,18	0.1	0.03	48.4	0.048	0.09	0.01	2.33	50.72
ITA	3.2	0.14	34.6	17.00	0.01	0.11	0.25	0.1	0.02	27.1	0.06	0.33	0.07	9.72	27.24
ITA	13,94	2,02	49,5	1,62	0,02	0,1	0,04	0,1	0,02	33,00	0,053	0,17	0,04	2,12	35,02
ITA	2,64	3,1	40,6	1,75	0,03	0,1	0,08	0,1	0,01	39,00	0,041	0,04	0,01	2,79	42,10
ITA	2,2	0,94	46,1	4,09	0,02	0,1	0,71	0,1	0,06	33,3	0,097	0,04	0,01	3,09	34,24
ITA	6,69	1,72	31,8	1,47	0,01	0,1	0,09	0,1	0,02	45,7	0,032	0,03	0,01	1,68	47,42
ITA	2.284	1,00	47,6	6,32	0,02	0,1	0,4	0,1	0,34	29,9	0,068	0,02	0,01	3,68	30,90
ITA	7,77	1,63	60,8	3,65	0,04	0,1	0,3	0,1	0,04	23,8	0,061	0,03	0,02	2,16	25,43
ITA	8,06	2,78	50,1	2,78	0,03	0,1	0,33	0,1	0,01	31,8	0,069	0,02	0,01	1,85	34,58
ITA	3,24	3,12	47,1	2,73	0,03	0,1	0,32	0,1	0,01	34,6	0,087	0,02	0,01	1,81	37,72
	2,36	1,36	57,2	4,93	0,03	0,1	0,26	0,1	0,11	24,7	0,135	0,02	0,01	3,15	26,06
	E 205	1,46	13,6	105/	0,02	0,1	1,00	0,1	0,61	94,5	0,075	0,05	0,03	0,91	40,96
	0.260	1,02	93,00	1,35	0,03	0,1	0,44	0,1	0,01	297	0,193	0,04	0,01	2,0	29.72
	6,215	158	45.3	51	0.02	0,1	0.8	0,1	0.03	317	0.200	0,00	0.00	3.9	33.28
ITA	9.13	147	218	11.6	0.02	01	173	01	0.05	39.9	0.074	0.12	0.04	6.81	41.37
ITA	11.085	32	8.72	8.23	0.03	0.1	0.88	0.1	0.05	53.8	0.149	0.11	0.01	4,94	57.00
ITA	6.515	1,00	44.6	3,62	0,01	0.1	0,58	0.1	0,29	33.5	0,037	0,02	0,01	2,17	34.50
ITA	4.146	1,44	48.1	4,11	0,03	0.1	0.5	0.1	0.3	30,4	0,076	0,02	0,01	2,63	31,84
ITA	3,95	1,33	47,1	5,89	0,02	0,1	0,55	0,1	0,57	30,2	0,075	0,03	0,02	2,73	31,53
ITA	5.096	1,52	52,1	6,79	0,04	0,1	0,58	0,1	0,52	25,4	0,066	0,04	0,04	2,96	26,92
ITA	4.438	1,54	46,00	4,66	0,03	0,1	0,57	0,1	0,5	31,7	0,095	0,15	0,04	2,7	33,24
ITA	6,54	0,99	33,2	0,79	0,02	0,1	0,04	0,1	0,01	44,00	0,04	0,03	0,01	3,18	44,99
ITA	15,196	1,47	51,3	5,79	0,02	0,1	0,32	0,1	0,28	28,00	0,031	0,03	0,02	2,96	29,47
ITA	10,49	1,02	55,8	3,32	0,01	0,1	0,17	0,1	0,13	26,1	0,026	0,11	0,02	2,99	27,12
ITA	8.275	0,64	52,6	5,84	0,03	0,1	0,45	0,1	0,45	25,1	0,053	0,22	0,06	2,85	25,74
ITA	11.715	2,96	9,49	9,16	0,03	0,1	0,74	0,1	0,1	52,00	0,083	0,09	0,01	4,13	54,96
ITA	12,25	2,37	15,8	r 4,13	r 0,01	r 0,1	r 0,3	r 0,1	r 0,02	r 52,4	r 0,114	r 0,06	r 0,01	3,41	54,77

1	ITA	11.875	1,73	53,1	1,14	0,02	0,1	0,3	0,1	0,01	30,7	0,101	0,12	0,01	1,81	32,43
1	ITA	11.78	1.04	43.5	2.54	0.01	0.1	0.34	0.1	0.02	35.4	0.078	0.3	0.02	2.03	36.44
1	ITA	5.832	0.98	40.9	1.38	0.02	01	0.39	01	0.01	38.4	0.089	0.03	0.01	167	39.38
+		2 002	0,00	227	14 9	0.02	0,1	0,00	0,1	0.29	21.4	0.057	0.00	0,01	5.29	22.09
+		3.002	0,03	33,1	7 10	0,03	0,1	0,71	0,1	0,33	01,4	0,007	0,03	0,01	0,00	32,03
+	A	2,70	0,72	31,0	7,13	0,03	0,1	0,01	0,1	0,11	30,3	0,132	0,02	0,01	3,43	36,02
4		11.595	1,02	51,3	2,93	0,04	0,1	0,34	0,1	0,02	30,4	0,098	0,03	0,01	2,19	31,42
4		4.198	1,04	44,9	2,56	0,03	0,1	0,29	0,1	0,02	33,6	0,133	0,02	0,01	3,12	34,64
_	ITA	5.684	0,85	56,2	5,26	0,04	0,1	0,42	0,1	0,4	24,7	0,036	0,02	0,01	2,22	25,55
	ITA	4.306	0,87	29,3	1,58	0,01	0,1	0,17	0,1	0,02	46,00	0,097	0,02	0,01	2,51	46,87
Τ	ITA	4.254	1,08	22,2	7,26	0,01	0,1	0,33	0,1	0,01	46,3	0,036	0,06	0,01	5,27	47,38
1	ITA	3,27	1.8	57,5	0.77	0.02	0,1	0.03	0.1	0.01	29,7	0.014	0.02	0.01	0,66	31,50
1	ITA	11.66	0.62	42.3	16.8	0.02	0.1	1.59	0.13	0.16	217	0.022	0.15	0.01	9.01	22.32
1	ITA	15.13	105	34.1	2.52	0.03	01	0.21	0.1	0.02	39.5	0.219	0.02	0.01	4.66	40.55
+	ITA	7.01	2.09	5.95	5.24	0.00	0.1	0.79	0.1	0.05	59.2	0,210	0.02	0.01	2.59	61.29
+		0.005	2,00	10.00	12.6	0,01	0,1	0,10	0,1	0,00	421	0,100	0,02	0,01	0,00	42.00
+		0.000	0,7	10,0	12,0	0,12	0,10	0,00	0,1	0,04	92,1	0,00	0,1	0,01	0,02	42,00
4	<u> </u>	9,85	0,21	14,3	3,85	0,01	0,1	0,2	0,1	0,03	00,00	0,023	0,54	0,06	2,96	00,21
4		9,22	1,41	52,6	1,75	0,03	0,1	0,25	0,1	0,03	30,6	0,084	0,1	0,04	2,1	32,01
4		4.288	2,03	51,1	4,38	0,02	0,1	0,54	0,1	0,17	27,8	0,138	0,02	0,01	2,96	29,83
	ITA	7.345	1,48	21,4	16,9	0,49	0,36	0,75	0,1	0,02	37,2	0,028	0,15	0,01	6,28	38,68
	ITA	7,1	0,14	13,6	6,25	0,02	0,1	0,45	0,1	0,08	51,4	0,058	0,84	0,03	5,12	51,54
Τ	ITA	3.715	1,67	6,14	6,98	0,01	0,1	0,65	0,1	0,08	57,1	0,091	0,13	0,01	3,99	58,77
1	ITA	4.24	1.07	31.1	4.23	0.03	0.1	0.33	0.1	0.08	41.5	0,168	0.04	0.01	3,96	42.57
1	ITA	7.13	0.86	32.7	7.53	0.04	01	0.81	01	0.14	37.5	0.089	0.03	0.01	5.13	38.36
1	ITA	6.495	141	52.8	3.17	0.04	01	0.35	0.1	0.07	28.8	0.038	0.02	0.01	2 12	30.21
+		10.47	160	50.7	179	0.07	0.1	0.25	0.1	0.00	21.4	0.052	0.02	0.01	120	22.00
+		5.00	1,00	00,7	1,10	0,03	0,1	0,20	0,1	0,00	40.00	0,002	0,03	0,01	1,00	47.05
+		9,28	1,30	27,9	3,04	0,02	0,1	0,05	0,1	0,07	46,00	0,022	0,03	0,01	2,11	97,30
4		9.285	0,5	43,4	2,9	0,02	0,1	0,06	0,1	0,05	33,9	0,024	0,76	0,05	3,01	34,40
4	<u>IIA</u>	9,665	1,75	34,3	1,75	0,03	0,1	0,02	0,1	0,02	42,00	0,024	0,12	0,01	2,99	43,75
4	<u>ITA</u>	10,2	1,63	48,5	1,9	0,04	0,1	0,41	0,1	0,17	33,7	0,085	0,04	0,01	1,49	35,33
	ITA	6.155	2,06	31,5	1,79	0,02	0,1	0,23	0,1	0,03	45,7	0,062	0,04	0,01	1,43	47,76
	ITA	7.145	1,12	47,6	4,55	0,03	0,1	0,3	0,1	0,19	31,3	0,1	0,02	0,01	3,21	32,42
	ITA	9.075	0,82	47,6	6,15	0,03	0,1	0,4	0,12	0,48	30,5	0,073	0,02	0,01	3,02	31,32
Τ	ITA	8,5	1,1	46,9	2,47	0,02	0,1	0,11	0,1	0,01	34,1	0,021	0,05	0,01	3,03	35,20
1	ITA	5.204	9,64	18,4	1,94	0,01	0,1	0,07	0,1	0,12	55,2	0,058	0,06	0,01	0,46	64,84
1	ITA	8.24	0.96	50.3	2.17	0.03	0.1	0.23	0.1	0.13	31.8	0.059	0.01	0.01	1.85	32,76
1	ITA	6 125	108	421	3.13	0.07	01	0.33	01	0.09	37.6	0.051	0.02	0.01	18	38.68
1	ITA	8 7 2 5	0.95	17.7	342	0.02	01	0.23	01	0.23	531	0.063	0.07	0.01	248	54.05
+		6.00	0.5	201	6.41	0.02	0.1	0.27	0.1	0.02	415	0.021	0.12	0.01	6 70	42.00
+		0,33	1.02	471	2.05	0,02	0,1	0,37	0,1	0,02	91,0	0,001	0,12	0,01	0,10	92,00
+		0.030	1,03	47,1	3,00	0,02	0,1	0,44	0,1	0,05	33,2	0,000	0,03	0,01	2,12	34,23
4	A	7.405	0,35	91,0	9,21	0,04	0,1	0,46	0,1	0,08	35,6	0,13	0,02	0,04	2,89	36,00
4		5.296	0,9	22,6	3,3	0,02	0,1	0,39	0,1	0,24	49,2	0,079	0,02	0,05	1,98	50,10
4		5.204	0,87	37,6	3,3	0,02	0,1	0,1	0,1	0,01	37,5	0,018	0,05	0,01	5,04	38,37
	ITA	12.675	0,79	15,00	5,16	0,04	0,1	0,31	0,1	0,64	53,1	0,055	0,02	0,04	2,34	53,89
	ITA	5,53	1,01	45,2	1,00	0,03	0,1	0,02	0,1	0,01	36,9	0,037	0,02	0,01	2,17	37,91
	ITA	5,63	0,14	17,7	14,7	0,01	0,1	1,7	0,1	0,11	33,4	0,03	3,96	0,39	11,04	33,54
1	ITA	4,23	0,14	20,2	11,5	0,02	0,28	0,61	0,1	0,15	36,1	0,093	2,5	0,3	10,67	36,24
1	ITA	8,62	0,73	56,00	3,95	0,04	0,1	0,24	0,1	0,32	24,9	0,071	0,41	0,04	2,78	25,63
1	ITA	7.175	0,42	51.00	3,76	0,03	0.1	0,25	0.1	0.11	29.00	0,095	0,42	0,05	3,93	29.42
1	ITA	1624	0.74	9.48	10.1	0.02	01	0.97	0.11	0.98	50.6	0.152	0.04	0.01	5.45	5134
t	ITA	9.265	19	4100	2.95	0.03	01	0.12	01	0.01	37.8	310.0	0.03	0.01	175	39.70
+		8.27	102	56.9	6.95	0.02	0.1	0.29	0.1	0.01	221	0,010	0.00	0.02	4.52	22.12
+		7.10	0.45	26,3	6,30	0,02	0,1	0,20	0,1	0,01	26,1	0,020	0,00	0.05	6.07	25,12
+		7,10 E.COE	0,40	30,4	0,11	0,07	0,1	0,10	0,1	0,02	30,2	0,073	0,2	0,00	0,07	30,60
4		0.630	0,2	23,8	6,61	0,01	0,1	0,37	0,1	0,02	38,3	0,028	0,22	0,01	8,91	38,50
ļ	II A	1.308	0,26	7,52	6,65	0,01	0,1	0,38	0,1	0,01	50,9	0,011	0,23	0,02	11,64	51,16
ļ	ITA	2.758	0,25	26,2	10,2	0,01	0,1	0,58	0,1	0,04	35,00	0,012	1,07	0,01	11,34	35,25
	ITA	6.355	0,22	31,4	10,5	0,03	0,1	0,57	0,1	0,03	32,8	0,015	0,31	0,01	9,65	33,02
	ITA	4.524	0,21	14,8	7,03	0,02	0,1	0,5	0,1	0,06	44,7	0,011	1,29	0,07	11,97	44,91
J	ITA	11.405	1,26	46,6	4,06	0,04	0,1	0,64	0,1	0,08	32,3	0,144	0,04	0,01	3,42	33,56
1	ITA	8,07	0,72	20,00	6,07	0,02	0,1	0,19	0,1	0,26	48,3	0,023	0,02	0,01	3,57	49,02
1	ITA	10.84	1,14	60.00	4,29	0,03	0.1	0,11	0.1	0,12	23.5	0,016	0,02	0.01	2,14	24.64
1	ITA	8,905	1,55	52.4	1,51	0,03	0.1	0,13	0.1	0.01	30.00	0.022	0,03	0.01	2,95	31.55
- 1							-11									

Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

ITA	6 299	98.0	7.26	129	0.02	0.1	0.09	0.1	0.02	62.00	0.076	0.04	0.01	22	62.96
	0.200	0,00	1,20	1,00	0,02	0,1	0,00	0,1	0,02	02,00	0,010	0,04	0,01	<u> </u>	02,00
118	4.104	0,14	23,2	8,1	0,02	0,1	0,41	0,1	0,75	43,1	0,077	0,08	0,03	5,93	43,24
ITA	8.505	1,01	49,4	4,04	0,03	0,1	0,2	0,1	0,11	30,2	0,093	0,04	0,02	3,18	31,21
ITA	7.52	1.71	18.5	2.87	0.02	0.1	0.15	0.1	0.23	53.8	0.021	0.02	0.01	1.82	55.51
ITA	7.63	133	3.67	2.41	0.02	01	0.07	01	0.02	63.8	0.031	0.05	0.01	197	65.13
	0.01	0.14	0,01	5.00	0,02	0,1	0,01	0,1	0,02	00,0	0,001	0,00	0,01	4.04	00,10
11A	3,81	0,14	28,2	5,08	0,04	0,1	0,19	0,1	0,40	36,7	0,038	6,63	0,15	4,64	36,84
ITA	5,74	3,09	37,4	1,97	0,03	0,1	0,15	0,1	0,11	41,4	0,072	0,02	0,01	1,74	44,49
ITA	10.015	1,99	6,3	1,62	0,02	0,1	0,05	0,1	0,07	63,4	0,055	0,04	0,01	1,69	65,39
ITA	6.355	1.12	57.6	0.53	0.04	0.1	0.02	0.1	0.01	29.3	0.016	0.02	0.01	0.88	30.42
17.0	2.210	1.26	20.2	1.75	0.02	0.11	0.02	0.1	0.02	45.00	0.021	0.07	0.01	E 07	46.26
	2.210	1,30	20,3	1,10	0,02	0,11	0,02	0,1	0,02	40,00	0,031	0,07	0,01	0,01	40,30
118	10,18	1,72	36,6	0,59	0,03	0,1	0,06	0,1	0,01	43,7	0,038	0,02	0,01	0,88	45,42
ITA	8,93	3,23	37,4	0,62	0,02	0,1	0,03	0,1	0,01	43,3	0,031	0,06	0,01	0,76	46,53
ITA	10.345	0.83	49.7	2,53	0.02	0.1	0.14	0.1	0.01	31.3	0.073	0.11	0.01	3.03	32.13
ITA	9 4 0 5	2.46	281	3.77	0.03	01	0.18	01	0.17	47.00	0.054	0.02	0.01	197	49.46
17.6	10.005	4.55	200,0	0.0	0,00	0,1	0,10	0.1	0,01	40.0	0,001	0,02	0,01	10	47.15
118	10.305	4,00	30,3	0,2	0,03	0,1	0,03	0,1	0,01	42,0	0,061	0,10	0,02	1,0	47,10
	10,81	7,93	26,7	0,45	0,02	0,1	0,06	0,1	0,01	49,3	0,067	0,37	0,04	2,27	57,23
ITA	11,52	6,82	31,6	1,33	0,02	0,1	0,04	0,1	0,05	45,1	0,08	0,3	0,04	2,72	51,92
ITA	8.615	1,19	44.8	2.87	0.02	0.1	0,28	0.1	0.03	34.2	0.13	0.02	0.01	3,21	35,39
ITA	8.51	0.44	59.6	6.18	0.03	01	0.27	01	0.17	20.7	0.13	0.36	0.03	4.37	2114
17.0	2.250	152	50,0 52,4	4.22	0.04	0.1	0.22	0.1	0.2	27.5	0,10	0.07	0,00	2.01	29.02
118	3.300	1,00	03,4	4,20	0,04	0,1	0,00	0,1	0,2	21,0	0,00	0,07	0,01	2,01	23,03
II A	4.026	0,57	55,8	1,75	0,05	0,12	0,44	0,17	1,2	21,6	0,068	0,04	0,01	3,52	22,17
ITA	7.425	0,14	24,4	18,2	0,02	0,1	3,1	0,1	0,3	29,5	0,03	1,68	0,06	10,58	29,64
ITA	10.055	1,35	30,9	1,98	0.02	0,1	0.01	0,1	0.01	44.7	0.095	0,12	0.01	3.07	46.05
ITA	9.825	0.36	42.3	3.16	0.02	01	0.46	01	0.01	35.8	0.101	0.3	0.04	3.23	36.16
17.0	2 704	2.25	40.2	0.55	0.02	0.1	0.00	0.1	0.01	40.2	0.046	0.12	0.01	167	42.45
	0.704	2,20	70,0	4.00	0,02	0,1	0,00	0,1	0,01	50.0	0,040	0,12	0,01	1,01	72,70
11A	3.006	2,20	1,0	4,99	0,02	0,1	0,27	0,1	0,01	58,2	0,054	0,05	0,01	4,16	60,45
ITA	9,36	0,86	53,4	1,01	0,02	0,1	0,06	0,1	0,01	30,7	0,056	0,03	0,01	2,56	31,56
ITA	2.846	1,25	62,4	3,53	0,03	0,1	0,14	0,14	0,11	22,7	0,028	0,43	0,12	1,78	23,95
ITA	10.31	2,13	32.7	0.52	0.02	0.1	0.03	0.1	0.01	45.5	0.049	0.04	0.01	1.87	47.63
ITA	9.79	4.03	26.4	0.92	0.02	01	0.03	01	0.02	48.2	0.017	144	0.05	109	52.23
17.0	0,10	4.97	20,1	0,02	0.02	0.1	0.04	0.1	0.02	ACE	0,011	122	0.00	0.72	5147
	0,01	4,01	20,0	0,10	0,03	0,1	0,04	0,1	0,03	40,0	0,023	1,20	0,03	0,12	01,47
11A	0.808	6,10	30,6	0,44	0,03	0,1	0,03	0,1	0,02	42,8	0,021	1,15	0,07	0,46	48,95
ITA	8.615	2,7	48,00	1,49	0,02	0,1	0,29	0,1	0,01	32,2	0,116	0,07	0,01	2,13	34,90
ITA	8,47	1,18	51,2	2,94	0,02	0,1	0,26	0,1	0,01	30,2	0,093	0,06	0,01	2,48	31,38
ITA	10.805	1.05	8.07	8,14	0.02	0.1	0.9	0.1	0.04	53.6	0.139	0.02	0.01	5,13	54,65
ITA	10.8	0.87	371	1 19	0.01	01	0.02	01	0.01	40.2	0.014	0.04	0.01	5.66	4107
17.0	5.02	147	E2.0	2.20	0.05	0.1	0.24	0.1	0.14	20.5	0.052	0,01	0,01	2.24	27.97
 	0,00	1,47	00,0	3,23	0,00	0,1	0,34	0,1	0,14	20,0	0,002	0,04	0,01	2,24	21,31
118	9,48	1,82	57,9	1,68	0,05	0,1	0,22	0,11	0,02	26,7	0,049	0,04	0,01	1,13	28,52
ITA	8,21	1,15	52,00	2,43	0,04	0,1	0,26	0,1	0,05	29,5	0,086	0,04	0,01	2,31	30,65
ITA	8.135	0,71	38,00	5,51	0,02	0,1	0,48	0,1	0,05	35,6	0,017	0,02	0,01	4,89	36,31
ITA	6.195	0.14	16.6	19.9	0.05	0.1	145	0.1	0.01	34.9	0.058	0.12	0.01	10.47	35.04
ITA	2944	170	27.4	0.74	0.01	0.1	0.22	0.1	0.05	29.7	0.029	0.05	0.01	7.07	A1 A0
	E 200	0.70	20.7	0,14 E 44	0,01	0,1	0,00	0,1	0,00	AE 4	0,000	0,00	0.05	2.01	45.00
11.8	9.366	0,73	26,7	9,11	0,01	0,1	0,28	0,1	0,16	40,1	0,052	0,1	0,05	3,31	40,83
ITA	3.318	2,58	40,5	4,79	0,01	0,1	0,4	0,1	0,18	35,1	0,076	0,07	0,02	2,84	37,68
ITA	7.115	2,02	1,88	1,71	0,01	0,1	0,12	0,1	0,05	65,7	0,018	0,05	0,01	1,43	67,72
ITA	3.222	0,63	27,5	13,2	0,04	0,1	1,01	0,1	0,29	35,8	0,117	0,28	0,05	7,33	36,43
ITA	3 588	1.97	56.1	0.52	0.02	0.1	0.04	01	0.01	29.5	0.03	30.0	0.04	103	3147
	4.00	0.14	15.0	12.2	0,02	0,1	0,04	0,1	0,01	40.0	0,00	1.00	0,04	10.44	40.04
TAL	4,03	0,14	10,2	13,2	0,02	0,1	0,62	0,1	0,12	40,8	0,022	1,36	0,11	10,11	40,34
ITAL	5,98	0,14	50,6	6,7	0,02	0,1	0,63	0,1	0,26	24,9	0,059	0,85	0,19	3,78	25,04
ITAL	6,37	1,51	70,5	1,88	0,05	0,1	0,22	0,1	0,05	17,2	0,048	0,05	0,01	1,31	18,71
ITAL	6,76	1,19	53,3	4,99	0,03	0,1	0,26	0,1	0,29	26,3	0,052	0,09	0,01	2,48	27,49
ITAL	8 19	24	36.9	3.92	0.03	0.1	0.21	01	0.22	38.4	0.076	0.07	0.01	2.33	40.80
ITAL	7.00	192	27.5	5,02	0.00	0.1	0.72	0.1	0.00	25.00	0,010	0.00	0.01	4 90	26.00
TAL	7,68	1,33	37,0	0,82	0,02	0,1	0,73	0,1	0,08	30,00	0,138	0,08	0,01	4,38	30,33
TTAL	5,36	0,14	26,5	11,5	0,02	0,15	0,64	0,1	0,15	31,8	0,033	3,5	0,46	10,59	31,94
<u>ITAL</u>	5,96	0,14	33,7	6,78	0,03	0,23	0,36	0,1	0,12	36,2	0,046	0,39	0,04	7,47	36,34
ITAL	6.175	1,31	61,2	4,29	0,03	0,1	0,26	0,1	0,29	21,1	0,066	0,08	0,02	2,6	22,41
ITAL	5,562	0.14	60.2	5,61	0.03	0.1	0.21	0.1	0.24	19.00	0.096	0.73	0.07	3,78	19.14
ITAL	3.22	118	59.9	2.92	0.03	01	0.16	01	0.07	23.7	0.174	0.12	0.01	3.28	24.99
	3,66	0.44	10.0	40.0	0,00	0,1	0,10	0,1	0,01	20,1	0,04	0,10	0,01	41.75	24,00
TIAL	2.892	0,14	18,2	13,6	0,01	0,21	0,04	0,1	0,04	38,1	0,06	0,11	0,01	11,75	38,24
ITAL	2.438	0,14	36,6	17,6	0,02	0,27	r 0,97	r 0,1	0,77	23,1	r 0,038	0,75	0,07	9,35	23,24
ITAL	1.802	2,32	28,9	4,89	0,03	0,1	0,22	0,1	0,01	42,2	0,043	0,12	0,01	6,15	44,52

-															
ITAL	6,35	1,25	19,1	9,35	0,02	0,1	0,36	0,1	0,07	43,00	0,093	0,24	0,02	6,97	44,25
ITAL	5,146	0.14	24.00	9.63	0.02	0.16	0.58	0.1	0.26	38.5	0.144	0.25	0.01	9.82	38.64
ITAL	4 299	0.14	6.00	5.24	0.01	0.19	0.17	0.1	0.12	54.7	0.055	0.26	0.01	10.11	54.94
	7.200	0,17	0,00	0,27	0,01	0,10	0,07	0,1	0,12	01.00	0,000	0,20	0,01	10,11	01.01
TIAL	7,5	0,56	33,8	11,4	0,04	0,31	0,67	0,1	0,08	31,00	0,021	0,06	0,01	10,61	31,56
ITAL	2.956	12,51	1,22	2,4	0,01	0,1	0,07	0,1	0,01	66,4	0,073	0,12	0,01	0,85	78,91
ITAL	2042	6,42	0,96	1,5	0,01	0,1	0,06	0,1	0,01	66,5	0,08	0,13	0.01	1,65	72,92
ITAL	6 135	0.2	26.3	9.33	0.01	01	0.53	01	0.18	39.00	0.028	0.5	0.01	7.62	39,20
ITAL	0.100	0.14	214	12.2	0.01	0.1	0.7	0.1	0.00	200,000	0.024	0.07	0.01	11 60	27.04
ITAL	0,4	0,14	21,4	10,0	0,01	0,1	0,7	0,1	0,06	30,3	0,024	0,67	0,01	11,00	37,04
IIAL	1.036	0,31	30,00	20,8	0,02	0,1	3,37	0,1	0,07	23,8	0,03	0,39	0,01	11,81	24,11
ITAL	6,18	0,39	22,4	17,1	0,16	0,44	1,68	0,1	0,11	30,4	0,023	2,16	0,04	11,64	30,79
ITAL	6.115	0,15	39,4	8,68	0,07	0,16	0,27	0,1	0,07	28,8	0,032	1,51	0,05	9,42	28,95
ITAL	6.045	0.14	7.79	8.28	0.04	01	0.37	01	0.16	47.4	0.067	1.61	0.16	13.46	47.54
ITAL	1 0.010	2.2	20.4	2.00	0.02	0.1	0.01	0.1	0,10	40.1	0.027	0.24	0.04	2.75	42.40
	4.300	2,0	30,4	3,00	0,03	0,1	0,2	0,1	0,00	40,1	0,027	0,24	0,04	2,00	42,40
ITAL	6.755	0,14	35,8	14,4	0,02	0,1	0,78	0,1	0,17	25,1	0,089	2,16	0,19	9,12	25,24
ITAL	7,76	0,14	37,1	27,1	0,02	0,1	2,1	0,1	0,27	15,1	0,15	0,26	0,1	12,73	15,24
ITAL	10,04	0,14	40,5	25,4	0.01	0,11	1.6	0,1	0.73	13,9	0.095	0,28	0.11	11,21	14.04
ITAL	8 985	0.14	45.9	24.6	0.01	0.12	128	01	0.67	117	0.053	0.31	0.07	10.36	11.84
	7.045	0.14	415	21,0	0,01	0,12	0.00	0.1	0.70	10.7	0.075	0,01	0,01	0.01	10.04
ITAL	7.040	0,14	41,0	21,7	0,02	0,13	0,00	0,1	0,76	10,7	0,075	0,0	0,01	3,01	10,04
TIAL	4,45	0,14	31,8	24,4	0,02	0,2	1,78	0,1	1,02	21,2	0,119	0,47	0,04	11,07	21,34
ITAL	9.105	0,14	44,9	23,6	0,02	0,1	1,41	0,1	0,68	12,5	0,147	0,46	0,18	10,49	12,64
ITAL	9.585	0,14	43,5	23,4	0,1	0,12	1,33	0,1	0,6	14,00	0,131	0,37	0,14	10,19	14,14
ITAL	5 5 9 6	0.14	35.4	22.8	0.02	01	121	01	0.4	19.6	0.055	0.49	0.09	10.7	19.74
	9.000	0.14	10.7	9.51	0.02	0.21	0.42	0.1	0.12	44.0	0,000	157	0,00	11.0	AA 94
	0.005	0,14	10,1	3,01	0,02	0,21	0,40	0,1	0,13	44,0	0,133	1,01	0,03	1,3	44,34
TIAL	8.795	1,03	50,8	0,9	0,02	0,1	0,12	0,1	0,01	31,8	0,171	0,02	0,02	2,56	32,83
ITAL	6.195	2,98	24,7	10,9	0,01	0,1	0,07	0,1	0,14	41,00	0,029	0,05	0,01	5,02	43,98
ITAL	11.175	0,14	11,00	8,31	0,02	0,1	0,37	0,1	0,01	47,1	0,06	0,23	0,01	11,53	47,24
ITAL	7.025	0.32	37.6	15.8	0.04	0.29	1.94	0.1	0.08	22.5	0.024	1.81	0.04	10.41	22.82
ITAL	9.795	0.14	11.1	10.2	0.02	0.1	0.42	0.1	0.04	44.2	0.174	1.94	0.19	12.4	44.24
	2.005	1.00	40.00	10,2	0,00	0,1	0,70	0,1	0,04	00.0	0,007	0.00	0,10	16,7	00.00
ITAL	7.035	1,03	40,00	2,62	0,03	0,1	0,27	0,1	0,2	32,2	0,007	0,02	0,01	2,05	33,23
TIAL	6.705	1,47	7,94	6,48	0,02	0,1	0,34	0,1	1,36	57,6	0,054	0,03	0,03	2,5	59,07
ITAL	1.802	0,16	23,1	18,9	0,03	0,26	1,18	0,1	0,32	29,1	0,038	0,12	0,01	12,62	29,26
ITAL	3.186	0,93	45,9	2,86	0,03	0,1	0,06	0,1	0,31	32,7	0,056	0,2	0,01	4,65	33,63
ITAL	7.725	0.16	35.5	171	0.01	0.1	0.03	0.1	0.01	38.8	0.032	0.41	0.07	4.81	38,96
ITAL	5.94	0.14	12.5	10.9	0.01	0.12	0.41	0.1	0.04	42.2	0.021	0.59	0.02	10.54	42.44
	4.74	0,17	10,0	10,0	0,01	0,10	0,71	0,1	0,04	40.0	0,001	0,00	0,00	0.70	50.00
ITAL	9,71	1,12	22,2	1,28	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	48,3	0,025	0,12	0,01	6,72	50,02
ITAL	5.632	0,72	38,00	6,66	0,02	0,1	0,34	0,1	0,03	34,3	0,027	0,06	0,01	7,17	35,02
ITAL	8,55	0,14	36,1	5,42	0,02	0,1	0,19	0,1	0,1	34,6	0,026	1,42	0,1	6,91	34,74
ITAL	5.836	0.58	30.9	4.37	0.02	0.1	0.12	0.1	0.01	41.1	0.043	0.05	0.01	7.43	41.68
ITAL	3.076	0.15	23.7	8.89	0.02	01	0.34	01	0.02	40.8	0.056	0.11	0.01	9.58	40.95
	4 000	0.14	24.7	10.7	0,02	0.12	0.00	0.1	0.70	22.4	0,000	0,0	0.05	10.00	22.54
ITAL	4.032	0,14	34,7	10,7	0,02	0,13	0,00	0,1	0,76	23,4	0,102	3,11	0,60	10,06	23,04
TIAL	<u>, 1,0</u>	0,89	39,1	5,51	0,02	0,1	0,18	0,1	0,02	35,2	0,036	0,05	0,01	6,26	36,09
ITAL	5.364	0,76	42,6	7,21	0,02	0,1	0,32	0,1	0,02	31,5	0,018	0,04	0,01	5,07	32,26
ITAL	5.202	1,06	63,6	5,54	0,02	0,1	0,02	0,1	0,06	19,9	0,021	0,02	0,01	3,2	20,96
ITAL	10.625	0,92	34.6	3,66	0,02	0.1	0,03	0.1	0,01	40.00	0,034	0,04	0,04	4,25	40.92
ITAL	5 15	106	56.2	2 18	0.03	01	0.01	01	0.01	281	0.031	0.02	0.01	242	29.16
ITAL	4,020	102	22.5	2.04	0.00	0.1	0.02	0.1	0.01	42.4	0,001	0.02	0.01	EFE	42.42
	4.028	1,03	33,9	2,04	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	42,4	0,031	0,06	0,01	5,55	40,40
TTAL	5.698	0,93	38,5	2,63	0,02	0,1	0,04	0,1	0,02	38,00	0,015	0,08	0,01	5,35	38,93
ITAL	4.482	0,42	39,1	9,78	0,02	0,1	0,1	0,1	0,01	31,00	0,007	0,1	0,01	6,37	31,42
ITAL	8,85	0,51	33,4	5,97	0,02	0,1	0,31	0,1	0,01	37,9	0,019	0,02	0,04	5,82	38,41
ITAL	6,96	0.14	33.1	10.5	0,03	0.1	0.21	0.1	0.11	31.8	0,021	0.24	0.01	9,32	31.94
ITAL	5.64	0.14	20.9	16.2	0.02	0.12	124	0.1	0.14	34.4	0.046	0.21	0.01	11.29	24.54
	4,004	0,14	20,0	17.5	0,03	0,12	1,04	0,1	0,14	01,1	0,040	0,31	0,01	0.00	34,34
	4.826	0,14	40,5	17,5	0,03	0,21	0,96	0,1	0,88	20,1	0,025	0,27	0,01	9,69	20,24
ITAL	9.925	0,14	6,51	2,21	0,02	0,1	0,2	r 0,1	0,03	58,5	0,02	0,1	0,01	7,68	58,64
ITAL	5,59	0,14	12,00	9,63	0,03	0,14	0,29	0,1	0,12	46,7	0,046	0,78	0,07	11,00	46,84
ITAL	6,17	0,14	28.5	13.7	0.01	0.12	0.6	0.1	0.58	31.3	0.029	1,19	0.13	10.22	31,44
ITAL	4 124	0.14	22.3	12.2	0.01	0.13	0.45	01	0.54	32.6	0.077	4.24	0.39	11.15	32.74
ITAL	0 AE	0.59	27.0	4.20	0.02	0.1	0.17	0.1	0.02	42.7	0.05	0.09	0.00	6.05	42.20
	0,40	0,06	21,0	4,30	0,02	0,1	0,17	0,1	0,03	44,1	0,00	0,03	0,01	0,00	40,20
	3.094	0,74	41,3	9,1/	0,02	0,1	0,23	0,1	0,01	33,3	0,04	0,04	0,02	5,84	34,04
	4,17	0,14	32,7	13,00	0,03	0,23	0,47	0,1	0,04	31,2	0,065	0,38	0,02	9,01	31,34
ITAL	2.454	0,14	6,76	4,63	0,06	0,2	0,29	0,1	0,05	53,8	0,041	0,79	0,03	10,22	53,94
ITAL	3.588	0,14	17,3	11,1	0,03	0,1	0,49	0,1	0.21	41,7	0,093	1,34	0.09	10.34	41.84

Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

17.41		0.44	05	E 03	0.00		0.04		0.00	40.7	0.000	0.40	0.00	40.40	40.04
TLAL	2.702	0,14	6,5	5,27	0,02	0,1	0,24	0,1	0,06	49,7	0,032	2,42	0,09	12,18	49,84
ITAL	2.992	0,14	37,7	3,45	0,02	0,1	0,17	0,1	0.04	32,9	0,031	1,34	0,14	9,1	33,04
ITAL	7.94	63.0	24.00	4.72	0.01	0.1	0.02	01	0.01	29.6	0.022	0.06	0.01	6 44	29.19
	1,04	0,00	34,00	4,13	0,01	0,1	0,02	0,1	0,01	30,3	0,002	0,00	0,01	0,77	33,13
TLAL	6.025	1,05	64,6	6,21	0,02	0,1	0,3	0,1	0,02	16,6	0,034	0,04	r 0,01	4,58	18,75
ITAL	9,67	0,59	52,1	7,15	0,02	0,1	0,39	0,1	0,01	23,7	0,034	0,17	0,01	6,6	24,29
ITAL	5 5 2 8	0.38	23.2	121	0.02	01	0.04	01	0.02	49.9	0.037	0.02	0.01	5.89	49.18
	0.020	0,00	20,2	1,21	0,02	0,1	0,04	0,1	0,02	40,0	0,001	0,02	0,01	0,00	40,10
TLAL	3.048	0,51	32,00	8,47	0,02	0,1	0,3	0,1	r 0,06	35,9	0,117	0,06	r 0,01	8,16	36,41
ITAL	7.45	0,33	15,7	6,82	0.02	0,1	0,35	0,1	0.02	49,1	0,016	0.32	0.01	7,14	49,43
ITAL	7665	125	54.2	1.41	0.01	01	0.02	01	0.01	291	0.022	0.02	0.01	2.56	20.25
	1.000	1,20	04,2	1,41	0,01	0,1	0,03	0,1	0,01	20,1	0,022	0,03	0,01	3,36	30,33
TTAL	4.946	1,8	56,2	5,69	0,02	0,1	0,27	0,1	0,02	23,4	0,024	0,17	0,01	5,11	25,20
ITAL	3.588	0.5	8.58	8.03	0.01	0.19	0.29	0.1	0.18	49.2	0.098	0.38	0.09	11.54	49,70
ITAL	2 702	0.14	20.9	12.7	0.02	0.21	1.04	01	0.04	27.00	0.022	0.42	0.01	11 29	27.14
1105	2.102	0,14	20,3	10,1	0,03	0,01	1,04	0,1	0,04	31,00	0,000	0,72	0,01	1,00	51,14
TLAL	8.275	5,44	25,9	0,62	3,01	2,39	0,03	0,1	r 0,03	44,/	0,035	1,68	r 0,08	1,37	50,14
ITAL	8,22	3,16	47.6	4.07	0.04	0.1	0.03	0.1	0.31	31.4	0.026	0.67	0.07	2,31	34,56
ITAL	7 41	2.41	511	8.9	0.07	01	0.04	01	0.97	26.9	0.019	0.56	30.0	299	20.21
	1,71	0,71	01,1	0,0	0,01	0,1	0,04	0,1	0,01	20,0	0,010	0,00	0,00	2,00	50,21
ITAL	5.995	3,82	20,00	2,52	0,21	0,1	0,05	0,1	0,26	49,2	0,059	2,38	0,23	3,89	53,02
ITAL	9.615	0,34	8,74	5,7	0,01	0,1	0,17	0,1	0.09	53,6	0,059	0,53	0,1	7,17	53,94
ITAL	9415	0.14	25.8	673	0.02	01	0.15	01	0.05	414	0.039	0.76	0.22	536	4154
	7.00	0,14	20,0	0,10	0,02	0,1	0,10	0,1	0,00	47.0	0,000	0,10	0,22	0,00	47,04
TLAL	7,28	0,14	22,1	2,32	0,02	0,1	0,08	0,1	0,03	47,6	0,035	2,2	0,53	3,89	47,74
ITAL	5.408	4,32	24,4	3,81	0,04	0,11	0,22	0,1	0,02	47,2	0,028	0,95	0,13	3,53	51,52
ITAL	66 275	0.14	425	4.04	0.04	01	0.07	01	0.07	22.2	0.022	199	0.24	2.22	22.24
	00.010	0,14	72,0	7,07	0,04	0,1	0,01	0,1	0,01	55,2	0,022	1,00	0,24	0,20	50,04
TLAL	6,3	1,19	17,9	2,73	0,02	0,15	0,04	0,1	0,03	51,6	0,037	1,1	r 0,05	4,32	52,79
ITAL	8.765	4,17	35,00	4,06	0,02	0,1	0,01	0,1	0,05	40,2	0,019	0,65	0,01	2,37	44,37
ITAI	7 78	2.54	44.8	6.31	0.03	01	0.03	01	01	319	0.022	0.51	0.01	34	34.44
11.02	1,10	4,07	44,0	0,01	0,00	0,1	0,00	0,1	0,1	01,0	0,022	0,01	0,01	0,7	47.40
TLAL	9,26	4,32	36,00	0,67	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	43,1	0,032	0,63	0,04	1,18	47,42
ITAL	9,43	5,35	26,8	0,95	0,02	0,1	0,02	0,1	0,03	47,1	0,066	0,89	0,01	2,13	52,45
ITAL	9.31	0.84	6 19	136	0.03	01	30.0	01	30.0	58.9	0.078	2.84	0.17	3.72	59.74
	5,01	0,01	0,10	1,00	0,00	4.04	0,00	0,1	0,00	00,0		0.07	0,10	0,12	07.04
TLAL	5.128	0,14	31,2	4,44	0,08	1,64	0,17	0,1	0,25	27,1	0,032	8,67	0,12	6,81	27,24
ITAL	8,75	3,84	28,00	0,81	0,01	0,1	0,03	0,1	0,03	48,6	0,045	0,16	0,01	1,8	52,44
ITAL	4 2 2 6	3.95	35.8	2 11	0.02	01	0.19	01	0.01	422	0.028	0.16	0.01	167	46.15
17.61	40.055	4.04	00,0	0.04	0,02	0,1	0,10	0,1	0,01	10,0	0,020	0,10	0,01	4.05	40.44
TIAL	10.255	4,64	34,8	2,39	0,02	0,1	0,07	0,1	0,02	43,5	0,021	0,24	0,02	1,85	48,14
ITAL	9.155	6,68	37,00	0,57	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	43,9	0,019	0,12	0,01	0,42	50,58
ITAL	3 0 2 2	2.08	45.7	109	0.02	01	0.05	01	0.01	36.6	0.013	0.17	0.01	132	38.68
17.61	0.000	0.45	00,1	0.07	0,02	0,1	0,00	0,1	0,01	45.00	0,010	0.05	0,01	1.00	47.45
TIAL	2,83	2,40	32,4	0,97	0,02	0,1	0,03	0,1	0,01	45,00	0,034	0,95	0,04	1,69	47,45
ITAL	6.565	3,33	33,7	1,37	0,02	0,1	0,03	0,1	0,04	43,3	0,03	0,89	0,05	2,23	46,63
ITAL	7.065	8.08	427	0.28	0.03	01	0.01	01	0.01	39.4	0.024	0.3	0.01	07	47.48
17.61	0.400	0,00	00.4	4.0	0,00	0.1	0,00	0.1	0.05	44.0	0,041	0.74	0,00	1.70	47.50
TIAL	3.136	6,36	36,4	1,6	0,03	0,1	0,03	0,1	0,05	41,2	0,041	0,74	0,03	1,13	47,06
ITAL	6.875	1,69	12,8	2,29	0,02	0,1	0,13	0,1	0,05	54,9	0,059	0,29	0,07	4,35	56,59
ITAL	5.066	0.38	15.1	0.75	0.02	0.1	0.03	0.1	0.02	55.00	0.063	0.25	0.04	4.11	55.38
17.01	0.71	0.49	7.05	0.74	0,02	0.1	0.02	0.1	0.02	EQE	0,000	0.40	0.12	4.50	E0.00
TIAL	0,11	0,43	7,00	0,74	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	03,0	0,002	0,40	0,12	4,00	00,00
ITAL	8,14	3,16	18,3	0,47	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	53,9	0,042	0,25	0,04	3,08	57,06
ITAL	8.315	1,98	28.00	0.34	0.02	0.1	0.02	0.1	0.01	47.6	0.043	0.11	0.01	1.97	49,58
ITAL	972	2.37	261	0.49	0.03	01	0.01	01	0.01	49.4	0.044	0.24	0.04	2.26	5177
17.01	7.505	0.00	20,1	0,40	0,00	0,1	0,01	0,1	0,01	17.0	0,011	0,67	0,04	2,20	40.00
TIAL	7.505	2,00	26,1	0,85	0,02	0,1	0,08	0,1	0,01	47,8	0,059	0,21	0,01	2,82	49,80
ITAL	7,79	4,23	19,9	0,7	0,02	0,1	0,03	0,1	0,01	54,00	0,067	0,15	0,01	2,52	58,23
ITAL	7,955	14	25.5	0.53	0.02	01	0.02	01	0.01	49.7	0.054	0.13	0.02	2.54	51 10
	0.055		20,0	0,00	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	50,1	0,004	0,10	0,02	0.04	51,04
TIAL	3,300	1,44	23,4	0,0	0,02	0,1	0,06	0,1	0,01	00,4	0,048	0,18	0,01	2,64	01,84
ITAL	7	2,27	23,6	0,36	0,02	0,1	0,01	0,1	0,02	51,00	0,047	0,38	0,07	2,55	53,27
ITAL	4.494	2.64	17.00	0.42	0.02	0.1	0.02	0.1	0.01	54.8	0.063	0.16	0.02	3.12	57.44
ITAL	7.295	12	19.4	1.25	0.02	0.1	0.00	0.1	0.05	52.2	0.00	0.22	0.05	2.01	52.50
TAL	7.230	1,4	13,4	1,30	0,02	0,1	0,06	0,1	0,05	02,3	0,06	0,33	0,05	3,31	03,00
ITAL	r 9,69	0,55	25,8	4,24	0,03	0,1	0,11	0,1	0,04	44,6	0,023	2,3	0,07	3,35	45,15
ITAL	9.645	2.04	28.6	5.22	0.02	0.1	0.15	0.1	0.07	42.8	0.042	1.17	0.05	3.47	44.84
ITAL	10.10	5.70	25.7	0.52	0.02	0.1	0.01	0.1	0.01	A.A. A	0.054	0.21	0.01	0.71	50.10
IT AL	10,10	0,10	00,r	0,02	0,02	0,1	0,01	0,1	0,01	77,7	0,004	0,21	0,01	0,01	00,10
ITAL	r 9,85	1,18	30,4	1,36	0,02	r 0,1	r 0,01	0,1	<u>r 0,01</u>	44,8	0,072	1,38	r 0,03	2,35	45,98
ITAL	12.095	0,14	20,4	0.97	0.02	0,1	0.02	0.1	0.09	49.5	0.078	3,71	0,13	3,42	49,64
ITAL	3 294	0.14	7.16	0.95	0.05	01	90.0	0.1	0.29	511	0.095	9.22	0.46	5.44	51.24
	0.004	0,14	1,10	0,00	0,00	0,1	0,00	0,1	0,20	51,1	0,000	0,22	0,40	0,44	51,24
TIAL	9,7	0,22	14,1	0,58	0,03	U,1	0,02	r 0,1	0,04	52,5	0,112	2,95	0,3	4,22	- 52,72
ITAL	5.986	4,66	21,8	2,24	0,03	0,1	0,03	0,1	0,01	49,5	0,134	0,15	0,01	5,05	54,16
ITAL	9 115	0.82	14.4	0.84	0.02	01	0.05	01	0.11	517	0.127	4.56	0.14	5.01	52.52
	0.005	0,02	0.01	4.44	0,02	0,1	0,00	0,1	0.07	54.0	0,161	1,00	0.00	5,01	54.74
TIAL	9,900	0,14	9,61	1,14	0,02	0,1	0,04	0,1	0,07	94,6	0,127	3,51	0,26	5,67	04,74
ITAL	11.045	5,78	21,4	1,32	0,01	0,1	0.05	0,1	r 0,03	49,9	r 0,092	1,05	r 0,1	3,12	55,68

-	0.04	0.00	45.3	4 5 3	0.00				0.00	10.1		0.54	0.05	0.00	40.00
TIAL	6,81	0,86	15,7	4,97	0,03	0,11	0,2	0,1	0,03	49,1	0,086	0,51	0,05	6,92	49,96
ITAL	7.875	4,01	27,2	2,5	0,03	0,17	0,02	0,13	0,01	44,7	0,053	2,42	0,34	2,07	48,71
ITAL	947	8.71	291	106	0.02	01	0.02	01	0.01	46.3	0.073	0.71	0.07	112	55.01
17.61	7.74	5,50	10.7	0,000	0,02	0.1	0,00	0.1	0,00	541	0,0104	1.01	0,01	2.07	50,01
TIAL	6,64	0,02	12,1	3,30	0,03	0,1	0,03	0,1	0,02	04,1	0,104	1,01	0,23	3,07	03,62
ITAL	9,62	0,76	28,3	1,45	0,04	0,1	0,02	0,1	0,02	46,8	0,067	1,11	0,07	2,87	47,56
ITAL	3.105	0,46	49,8	10,3	0,03	0,1	0,06	0,14	0,04	24,00	0,062	0,17	0,03	5,22	24,46
ITAL	7 715	0.14	25.6	2.55	0.02	01	0.03	01	30.0	44.8	0.083	25	0.18	4.29	44.94
ITAL	0.405	0.45	20.00	1.24	0.02	0.1	0,00	0.14	0,00	44.7	0,000	10	0,10	2.17	45.15
TIAL	0.400	0,40	30,00	1,34	0,02	0,1	0,11	0,14	0,01	44,7	0,075	1,0	0,12	3,17	40,10
ITAL	9.155	4,05	28,8	0,69	0,02	0,1	0,01	0,1	0,01	47,2	0,079	0,27	0,06	2,33	51,25
ITAL	4,88	5,06	31,2	9,08	0,02	0,1	0,11	0,1	0,01	37,1	0,093	0,39	0,02	5,22	42,16
ITAL	3.68	31	33.5	2.6	0.02	01	01	0.11	0.01	40.4	0.239	0.46	0.05	4 47	43.50
17.01	4 504	1.01	27.5	E 07	0.02	0.40	0.20	0.1	0,01	24.0	0,200	0.27	0,00	4.40	26.21
TIAL	4.004	1,01	37,9	0,37	0,02	0,40	0,30	0,1	0,00	34,3	0,07	0,37	0,02	4,43	36,21
ITAL	6,35	6,88	29,7	3,38	0,02	0,1	0,07	0,1	0,04	44,5	0,047	0,29	0,01	2,79	51,38
ITAL	2.372	5,92	36,2	2,82	0,01	0,1	0,7	0,1	0,01	40,5	0,053	0,18	0,01	2,13	46,42
ITAL	1.628	21	9.97	18	0.01	0.1	0.04	0.1	0.04	56.6	0.072	0.85	0.13	6.6	58.70
ITAL	A 200	0.22	62.6	0.00	0.04	0.1	0.01	0.1	0.01	22.4	0.095	0.25	0.02	4 12	22.72
TIAL	4.200	0,33	02,0	0,33	0,04	0,1	0,01	0,1	0,01	22,4	0,035	0,35	0,02	4,12	22,13
TLAL	3.676	0,59	38,4	2,98	0,03	0,1	0,19	0,16	0,02	37,8	0,121	0,32	0,07	4,06	38,39
ITAL	2.716	0,17	18,2	2,31	0,03	0,1	0,12	0,1	0,02	49,9	0,043	2,19	0,14	4,63	50,07
ITAL	7 4 7 5	3.84	28.7	164	0.01	01	0.08	0.1	0.03	47.7	0.037	0.13	0.01	1.94	5154
ITAL	10.2	0.52	12.7	70	0.02	0.1	0.67	0.1	0.70	50.0	0.199	0.1	0.02	4 9 4	51.22
TIAL	10,2	0,93	13,7	1,0	0,02	0,1	0,67	0,1	0,78	00,8	0,133	0,1	0,03	4,34	01,33
ITAL	1.792	0,24	7,19	6,5	0,01	0,1	0,52	0,1	0,29	55,1	0,275	0,08	0,01	5,57	55,34
ITAL	6,45	1,54	38,5	10,1	0,01	0,1	0,32	0,1	0,21	31,5	0,086	0,15	0,02	6,57	33,04
ITAL	7.145	0.39	23.2	1.14	0.02	0.1	0.05	0.1	0.01	47.9	0.023	0.15	0.02	6.82	48.29
ITAL	7.025	0.14	12.1	1.20	0.01	0.1	0.02	0.1	0.07	52.2	0,020	147	0,02	0.40	52.24
TIAL	7.030	0,14	10,1	1,20	0,01	0,1	0,02	0,1	0,07	02,2	0,023	1,47	0,00	3,42	02,34
ITAL	7.455	0,14	25,7	1,66	0,01	0,12	0,02	0,1	0,04	43,9	0,078	1,11	0,07	8,21	44,04
ITAL	4.348	0,14	21,3	1,87	0,01	0,1	0,02	0,1	0,06	44,6	0,114	1,49	0,11	9,04	44,74
ITAL	12.005	0.56	37.3	1.24	0.04	0.1	0.02	0.19	0.02	40.9	0.028	1.41	0.08	1.64	41.46
ITAL	14 01	100	24.00	0.02	0.02	0.1	0.02	0.17	0.01	42.4	0.062	0.07	0.05	1.95	45.00
	14,01	1,00	34,00	0,02	0,03	0,1	0,03	0,17	0,01	40,4	0,062	0,01	0,00	1,30	40,00
TLAL	9,915	0,14	5,09	1,25	0,05	0,14	0,1	0,1	0,03	58,4	0,059	4,09	0,09	2,65	58,54
ITAL	8,75	0,14	13,3	4,69	0,02	0,13	0,19	0,1	0,14	46,2	0,107	2,18	0,12	10,53	46,34
ITAL	8.455	0.00	9.87	7.97	0.02	0.1	0.42	0.1	0.08	48.6	0.057	1.44	0.16	10.14	48.60
ITAL	6.905	0.55	12.9	2.52	0.02	0.11	0.04	0.1	0.01	54.4	0.052	0.05	0.01	67	54.95
1100	40.000	0,00	10,0	4.70	0,02	0,0	0,04	0,1	0,01	50,00	0,002	0,00	0,01	40.50	59,55
TIAL	10.375	0,58	9,25	4,76	0,04	0,42	0,21	0,1	0,1	50,00	0,079	1,6	0,22	10,59	50,58
ITAL	10.095	1,89	21,3	5,59	0,01	0,1	0,21	0,1	0,02	48,3	0,052	0,38	0,05	4,69	50,19
ITAL	8,565	0.94	26.2	5.28	0.01	0.1	0.21	0.1	0.05	44.2	0.046	0.43	0.07	5.45	45.14
ITAL	7 145	3.6	53.8	129	0.05	01	0.03	01	0.02	30.00	0.028	0.21	0.05	114	33,60
	0.045	0,0	50,0	1,20	0,00	0,1	0,00	0,1	0,02	00,00	0,020	0,21	0,00	1,17	00,00
TIAL	8.215	2,07	96,UU	2,09	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	21,1	0,04	0,24	0,06	1,73	29,11
ITASI	4,21	0,63	45,3	11,1	0,02	0,1	0,66	0,1	0,02	24,00	0,021	0,11	0,02	7,61	24,63
ITASI	5,6	0,14	30,6	14,5	0,02	0,16	1,04	0,1	0,02	29,00	0.045	0,41	0.06	10,34	29,14
ITASI	9.95	159	58.4	193	0.03	01	0.2	01	0.01	25.6	0.094	0.02	0.01	241	27.19
ITACL	4.04	152	40.0	100	0.02	0.1	0.20	0.1	0.01	217	0,001	0.04	0,01	2.0	22,00
ITASI	4,04	1,00	40,0	1,20	0,03	0,1	0,20	0,1	0,01	31,7	0,121	0,04	0,01	2,5	33,23
ITASI	2,65	1,63	52,5	5,35	0,02	0,1	0,35	0,1	0,08	26,3	0,069	0,02	0,01	4,3	27,93
ITASI	1,76	0,14	40,7	6,53	0,01	0,1	0,61	0,1	0,02	31,8	0,064	0,98	0,23	4,71	31,94
ITASI	5,48	1,74	52.1	1,27	0,02	0.1	0,06	0.1	0,01	32.00	0,055	0,02	0,01	1,39	33.74
ITASI	374	116	59.8	4.04	0.03	01	0.23	01	0.27	221	0.083	0.02	0.01	2.58	24.26
ITACL	4.0	104	61.00	2.02	0,00	0.1	0.20	0.1	0.00	24.0	0.074	0.02	0.01	2,00	20.44
TASI	4,8	1,64	61,00	2,63	0,03	0,1	0,27	0,1	0,02	24,6	0,071	0,02	0,01	2,02	20,44
ITASI	r 6,29	1,25	54,00	3,66	0,02	0,1	0,28	r 0,1	<u>r 0,1</u>	28,2	0,073	0,03	r 0,03	2,26	29,45
ITASI	2.866	1,17	49,2	5,82	0,03	0,1	0,45	0,1	0,51	28,7	0,114	0,08	0,05	3,29	29,87
ITASI	1.36	1.26	69.4	1.88	0.07	0.1	0.14	0.1	0.01	18.5	0.124	0.15	0.03	2.03	19.76
ITAG	5.474	1.71	207	A 41	0.14	0.12	0.22	0.1	0.21	26.4	0.00	0.10	0.01	20	20.11
TRAD	0.474	1,11	33,1	4,41	0,14	0,12	0,33	0,1	0,31	30,4	0,03	0,10	0,01	2,3	30,11
ITASI	2.578	0,62	25,3	17,2	0,01	0,1	1,15	0,1	1,12	34,2	0,092	0,32	0,02	5,69	34,82
ITASI	3.766	0,62	23,1	28,7	0,02	0,11	2,23	0,1	2,86	23,4	0,079	0,29	0,06	7,86	24,02
ITASI	5,52	0.82	51.9	7,77	0.03	0,11	0,38	0.1	0.03	24.6	0.028	0.05	0.01	5,37	25.42
ITAG	2 / 14	177	22.00	9.04	0.1	0.26	0.67	0.1	0.01	44.2	0.020	0.1	0.01	5.59	45.97
TI ASI	2.414	1,11	22,00	3,34	0,1	0,20	0,07	0,1	0,01	44,2	0,023	0,1	0,01	0,05	40,57
ITASI	3.516	0,35	43,8	6,00	0,02	0,17	0,25	0,1	0,01	30,1	0,015	0,23	0,02	6,56	30,45
ITASI	2.188	0,52	41,9	6,88	0,04	0,44	0,35	0,13	0,01	30,3	0,01	0,11	0,02	7,6	30,82
ITASI	2.376	0,14	11.7	8,68	0.02	0,53	0,56	0.1	0.09	44.1	0.048	1.84	0.22	11.6	44.24
ITAG	5,920	154	41.4	6.02	0.02	0.12	0.20	0.1	0.01	22.7	0.00	0.02	0.01	5 70	24.24
IT ASI	0.335	1,04	91,9 FC-C	0,02	0,02	0,12	0,30	0,1	0,01	32,1	0,00	0,03	0,01	0,10	34,24
TLASE	6.175	2,19	53,3	1,39	0,03	0,1	0,26	0,1	0,01	29,7	0,061	0,03	0,01	1,44	31,89
ITASI	6,26	1,46	50,1	3,19	0,03	0,1	0,33	0,1	0,07	31,1	0,047	0,06	0,01	1,98	32,56
ITASI	4.284	3.21	49.9	2.79	0.02	0.1	0.33	0.1	0.06	32.00	0.055	0.02	0.01	153	35.21

Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

ITASI	2.138	1,98	55,7	2,92	0,03	0,1	0,28	0,1	0,15	27,1	0,045	0,04	0,01	1,44	29,08
ITASI	6.175	1,64	48,3	4,57	0,02	0,1	0,39	0,1	0,27	30,2	0,076	0,03	0,01	2,7	31,84
ITASI	2.92	1.99	54.2	5.2	0.03	0.1	0.27	0.1	0.24	27.1	0.045	0.03	0.01	2.32	29.09
ITASI	7.695	2.22	62.3	3.46	0.04	0.1	0.25	0.1	0.04	21.7	0.055	0.03	0.01	2.16	23.92
ITASI	6.665	148	48.4	247	0.03	01	0.19	01	0.01	32.3	0.131	0.04	0.01	3.11	33.78
ITASI	2 166	145	411	244	0.03	01	0.31	01	0.01	38.5	0.129	0.05	0.01	244	39.95
ITASI	813	159	43.4	2.75	0.02	01	0.25	01	0.05	351	0.125	0.04	0.01	2.91	36.69
ITASI	7.23	2.51	37.7	3.55	0.02	01	0.48	01	0.05	391	0.17	0.05	0.01	3.16	41.61
ITASI	65	121	60.4	2.62	0.05	01	0.25	01	0.07	22.9	0.054	30.0	0.01	192	25.01
ITASI	3.244	1.06	51.8	0.56	0.03	0,1	0.28	0.1	0.01	31.00	0.161	0.05	0.01	2.89	32.06
ITASI	4 970	4.25	46.4	A 19	0.02	0,1	0.41	0,1	0.27	22.4	0.097	0.02	0.01	196	26.75
ITASI	5404	166	59.6	6.91	0.02	0,1	0.45	0,1	0,01	215	0.107	0,00	0.01	35	23.16
ITASI	10 745	120	64.9	2.25	0.02	0,1	0.75	0,1	0,10	21,0	0,101	0.01	0,01	2.65	22,49
ITASI	C 07	140	A10	2,00	0,00	0,1	0,20	0,1	0.05	21,1	0.072	0.02	0,01	2,00	22,70
ITASI	7 105	0.91	55.7	2,40	0,03	0,1	0.34	0,1	0,00	27.2	0.064	0.03	0,01	2,40	29.01
	0.045	0,01	50,7 57,5	2,41 E 40	0,04	0,1	0,30	0,1	0,12	21,2	0,064	0,02	0,01	2,17	20,01
	11.45	0,30	57,5 52,00	5,40 E 10	0,04	0,1	0,34	0,1	0,31	20,4	0,00	0,01	0,02	3,03	24,30
ITAG	10,40	0,07	53,00	0,10	0,03	0,1	0,33	0,1	0,43	27,0	0,077	0,06	0,01	3,06	20,37
ITAG	0.07	0,14	03,2	3,0	0,03	0,1	0,20	0,1	0,07	10.00	0,00	0,43	0,0	2,01	20,04
ITAG	3,27	0,30	60,2 50,4	r,oo E 70	0,03	0,1	0,0	0,1	0,20	27.1	0,040	0,02	0,02	3,30	10,30
	4.315	1,81	03,4	0,72	0,02	0,15	0,31	0,1	0,05	27,1	0,016	0,08	0,01	2,79	28,91
	10.305	1,4	63,4	6,63	0,04	0,1	0,24	0,1	0,03	18,6	0,039	0,05	0,01	3,58	20,00
ITASI	12,97	1,24	20,1	9,82	0,02	0,1	0,28	0,1	0,08	97,2	0,061	0,04	0,01	2,32	48,44
	0,37	1,92	16,0	2,34	0,01	0,1	0,24	0,1	0,01	92,3	0,098	0,04	0,01	2,93	09,32
ITASI	9.040	0,82	48,1	9,29	0,02	0,1	0,57	0,1	0,48	24,9	0,014	0,02	0,01	4,4	25,72
ITASI	7,31	1,55	59,3	3,52	0,06	0,1	0,31	0,15	0,14	24,8	0,065	0,03	0,01	2,18	26,35
ITASI	7.445	1,53	57,8	5,86	0,03	0,1	0,34	0,1	0,15	23,7	0,068	0,02	0,01	2,94	25,23
ITASI	6.935	1,33	50,9	3,11	0,04	0,1	0,27	0,1	0,05	29,00	0,082	0,03	0,01	3,2	30,33
TASI	12.135	0,76	65,2	1,26	0,03	0,1	0,22	0,1	0,01	21,7	0,033	0,35	0,09	1,35	22,46
TASI	8.085	0,74	48,8	3,09	0,03	0,1	0,28	0,1	0,05	30,6	0,091	0,04	0,01	4,09	31,34
ITASI	11,33	1,07	38,00	1,1	0,02	0,1	0,47	0,1	0,2	35,5	0,072	0,04	0,01	3,09	36,57
ITASI	5,1	0,91	55,6	8,75	0,03	0,1	0,44	0,1	0,5	22,1	0,056	0,01	0,01	3,89	23,01
ITASI	9,12	0,85	54,8	6,7	0,03	0,1	0,47	0,1	0,64	24,00	0,039	0,01	0,01	2,91	24,85
ITASI	4.934	0,84	59,6	4,56	0,04	0,1	0,42	0,1	0,26	21,8	0,037	0,02	0,01	2,96	22,64
ITASI	9.945	1,05	57,3	0,59	0,03	0,1	0,18	0,1	0,01	29,4	0,104	0,02	0,01	1,46	30,45
ITASI	13,49	0,87	54,00	1,36	0,03	0,1	0,29	0,1	0,01	30,8	0,095	0,02	0,01	1,64	31,67
ITASI	17.965	1,78	44,8	1,93	0,02	0,1	0,32	0,1	0,01	36,4	0,106	0,04	0,01	1,66	38,18
ITASI	14,42	1,27	58,00	4,61	0,04	0,1	0,19	0,1	0,13	23,5	0,079	0,02	0,01	2,79	24,77
ITASI	9,68	0,88	57,7	3,91	0,04	0,1	0,19	0,1	0,03	24,6	0,075	0,05	0,01	2,93	25,48
ITASI	4.632	0,15	46,8	5,72	0,03	0,1	0,07	0,1	0,06	30,2	0,068	0,67	0,12	4,34	30,35
ITASI	7.005	0,14	67,7	1,7	0,04	0,1	0,01	0,1	0,03	18,4	0,065	0,63	0,12	3,13	18,54
ITASI	9.825	1,26	58,2	1,46	0,05	0,1	0,12	0,1	0,09	28,2	0,03	0,17	0,01	1,41	29,46
ITASI	8,57	1,4	61,00	1,01	0,04	0,1	0,5	0,1	0,01	25,8	0,028	0,02	0,01	0,5	27,20
ITASI	5.116	0,72	56,4	8,36	0,03	0,1	0,48	0,1	0,4	20,9	0,06	0,05	0,01	5,00	21,62
ITASI	8,36	1,94	67,1	0,95	0,04	0,1	0,18	0,1	0,04	21,6	0,05	0,04	0,01	1,51	23,54
ITASI	6.365	1,08	67,00	3,95	0,03	0,1	0,19	0,1	0,38	18,7	0,037	0,04	0,01	2,29	19,78
ITASI	7.725	1,02	56,2	3,73	0,04	0,1	0,26	0,1	0,18	26,8	0,071	0,02	0,01	2,39	27,82
ITASI	9,47	1,04	53,00	6,46	0,02	0,1	0,22	0,1	0,09	26,6	0,046	0,03	0,01	3,48	27,64
ITASI	7.955	0,73	66,8	2,26	0,04	0,1	0,05	0,1	0,03	20,3	0,082	0,21	0,01	2,46	21,03
ITASI	2.454	0,16	42,1	10,4	0,02	0,13	0,74	0,1	0,11	26,7	0,025	0,1	0,01	8,28	26,86
ITASI	12,29	1,12	65,3	0,47	0,02	0,1	0,01	0,14	0,01	22,9	0,043	0,15	0,02	1,83	24,02
ITASI	5.938	1,54	64,9	0,35	0,04	0,1	0,01	0,1	0,01	23,1	0,029	0,07	0,01	1,19	24,64
ITASI	10.125	2,1	59,8	0,31	0,02	0,1	0,01	0,1	0,01	27,5	0,016	0,02	0,01	0,86	29,60
ITASI	10,35	0,86	11,4	8,05	0,01	0,1	0,63	0,1	1,49	51,7	0,088	0,07	0,02	4,12	52,56
ITASI	10.645	0,93	27,2	3,24	0,01	0,1	0,46	0,1	0,4	47,2	0,067	0,05	0,01	2,31	48,13
ITASI	2.456	1,08	46,4	1,55	0,02	0,1	0,16	0,1	0,01	34,2	0,089	0,04	0,01	2,74	35,28
ITASI	6,28	0,64	48,7	2,00	0,03	0,1	0,21	0,1	0,05	31,8	0,08	0,25	0,02	2,05	32,44
ITASI	1.786	0,97	60,1	1,22	0,05	0,1	0,11	0,1	0,01	25,3	0,102	0,04	0,01	2,29	26,27
ITASI	9,89	1,32	63,7	0,61	0,02	0,1	0,01	0,1	0,01	25,4	0,028	0,03	0,01	1,05	26,72
ITASI	6.165	2,57	52,4	0,31	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	31,9	0,026	0,04	0,01	0,83	34,47
ITASI	11.385	2,39	58,4	0,43	0,02	0,1	0,01	0,1	0,01	29,3	0,031	0,06	0,01	0,64	31,69
ITASI	6.54	3.24	45.9	171	0.01	01	0.16	01	0.04	34.2	0.051	0.13	0.03	169	37.44

ITASI	19.925	4,43	55,9	0,75	0,03	0,1	0,03	0,1	0,01	30,1	0,037	0,06	0,01	0,82	34,53
ITASI	13.045	1.94	52.7	3.8	0.02	0.1	0.03	0.1	0.01	28.8	0.049	0.42	0.03	2.27	30.74
ITASI	11.27	2.12	63.8	2.36	0.03	0.1	0.05	0.1	0.01	21.8	0.059	0.26	0.03	1.67	23.92
ITASI	11.76	243	57.2	3.27	0.02	01	0.27	01	0.03	25.8	0.049	0.07	0.01	164	28.23
ITASI	12.23	3.81	50.7	0.88	0.01	01	01	01	0.01	33.00	0.045	0.13	0.01	108	36.81
ITASI	11	0,01	514	248	0.02	01	0.03	01	0.01	312	0.046	0.53	0.02	182	31.90
ITASI	4 805	192	51.00	105	0.02	01	0.01	01	0.01	32.6	0.036	0.13	0.01	12	24.52
	6.255	149	52.7	0.72	0.02	01	0.07	0,1	0,01	20.9	0.033	0,10	0.01	0.95	22.20
	7.42	1,40	02,1	0,13	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	20,3	0,035	0,10	0,01	0,35	32,30
	0.10	1,02	03,3 42.0	0,01	0,04	0,1	0,03	0,1	0,01	20,3	0,020	0,000	0,01	1.00	22,42
	0,10	1,21	42,3	0,67	0,02	0,1	0,03	0,1	0,01	30,4	0,025	0,02	0,02	1,63	33,61
	2.848	1,32	40,6 01.0	0,7	0,02	0,1	0,04	0,1	0,01	31,2	0,017	0,04	0,01	1,88	38,92
	7.135	1,34	31,5	2,21	0,02	0,1	0,06	0,1	0,06	40,9	0,046	0,02	0,01	1,72	97,29
	6,33	1,34	49,00	0,78	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	34,8	0,025	0,03	0,01	1,53	36,14
MAG	11,51	9,38	2,59	3,39	0,01	0,1	0,17	0,1	0,06	64,7	0,059	0,12	0,02	1,19	74,08
MAG	9,5	9,63	2,72	3,31	0,02	0,1	0,15	0,1	0,15	63,9	0,083	0,27	0,03	1,47	73,53
MAG	12,68	5,89	3,53	4,23	0,01	0,1	0,19	0,1	0,24	61,6	0,088	0,17	0,05	1,95	67,49
MAG	12,99	2,27	3,03	3,62	0,01	0,1	0,2	0,1	0,01	63,8	0,068	0,06	0,03	2,36	66,07
MAG	9,83	4,62	2,83	2,67	0,02	0,1	0,08	0,1	0,04	65,2	0,083	0,03	0,01	1,67	69,82
MAG	12,79	4,1	7,67	2,15	0,05	0,1	0,12	0,1	0,01	62,8	0,052	0,04	0,03	1,84	66,90
MAG	3,44	4,21	3,11	4,85	0,01	0,1	0,51	0,1	0,02	61,00	0,074	0,17	0,01	2,18	65,21
MAG	1,38	5,06	5,15	6,99	0,02	0,1	0,71	0,1	0,14	57,7	0,11	0,29	0,08	3,45	62,76
MAG	6,86	1,72	6,1	6,1	0,01	0,1	0,19	0,1	0,04	56,9	0,082	0,16	0,04	3,93	58,62
MAG	10,82	4,41	2,23	2,25	0,01	0,1	0,11	0,1	0,02	63,5	0,104	0,14	0,04	2,89	67,91
MAG	11,76	4,64	6,11	7,06	0,08	0,1	0,4	0,1	0,04	57,6	0,104	0,06	0,03	4,29	62,24
MAG	11,64	2,14	5,14	5,54	0,02	0,1	0,23	0,1	0,05	59,4	0,073	0,07	0,03	3,51	61,54
MAG	2,86	3,58	2,04	1,9	0,01	0,1	0,26	0,1	0,02	65,9	0,078	0,04	0,01	1,27	69,48
MAG	3,74	4,79	2,06	2,16	0,01	0,1	0,08	0,1	0,07	65,3	0,085	0,04	0,01	1,64	70,09
MAG	5,8	4,33	1,34	1,46	0,02	0,1	0,04	0,1	0,05	68,1	0,092	0,03	0,01	1,2	72,43
MAG	14,74	3,79	4,69	5,5	0,03	0,1	0,36	0,16	0,03	59,00	0,054	0,05	0,01	4,03	62,79
MAG	6,85	0,23	18,00	3,45	0,01	0,1	0,11	0,1	0,02	51,6	0,031	0,38	0,05	3,63	51,83
MAG	10,19	3,14	11,2	3,02	0,01	0,1	0,24	0,1	0,1	58,6	0,091	0,19	0,02	2,06	61,74
MAG	9,44	4,11	4,93	4,74	0.01	0,1	0.3	0.1	0.36	61.2	0.073	0.06	0.01	2.41	65.31
MAG	10,735	5.17	2.72	2.64	0.03	0.1	0.09	0.1	0.06	64.6	0.083	0.19	0.01	1.92	69.77
MAG	23.085	5.7	3.03	2.49	0.02	0.1	0.04	0.1	0.21	64.5	0.09	0.04	0.01	1.78	70.20
MAG	11.68	18	115	2.26	0.01	01	0.09	01	0.07	58.4	0.022	30.0	0.11	141	60.20
MAG	9.54	244	20.1	348	0.01	01	0.19	01	0.07	50.1	0.031	0.04	0.01	2.51	52.54
MAG	12.06	142	5.17	5.47	0.04	01	0.28	01	0.12	60.4	0.034	0.03	0.01	2.48	61.82
MAG	9.495	1.96	7.41	2.49	0.01	01	0.22	0,1	0.02	59.2	0.042	0.03	0.01	246	61.02
MAG	12.245	166	7.96	2.29	0,01	0,1	0,22	0,1	0,02	611	0,040	0.03	0,01	2,40	62.76
MAG	7 705	1,00	7,00 A 61	2,20	0,01	0,1	0,05	0,1	0,01	621	0.007	0,03	0,01	157	02,10
MAG	5.092	12	42.4	2.05	0,02	0,1	0,00	0,1	0,00	27.1	0,001	0,00	0,01	1,51	20,40
MAG	14 CE	1,0	74,7	2,00 E.00	0,01	0,1	0,10	0,1	0,02	31,1	0,033	0,04	0,01	1,02	30,40
MAG	7 / 00	2.99	33,3	164	0,02	0,1	0,62	0,1	0,13	40,00	0,120	0,03	0,01	3,20	41,47
MAG	7.400	4,00	1,00	1,04	0,01	0,1	0,07	0,1	0,01	00,4	0,004	0,00	0,01	2,20	70.02
MAG	10.240	4,03	2,06	1,46	0,01	0,1	0,07	0,1	0,03	60,0	0,032	0,04	0,01	0,85	0,03
	18,78	2,8	3,04	1,67	0,01	0,1	0,13	0,1	0,03	64,6 CE 0	0,031	0,05	0,01	1,39	67,40
MAG	12,82	1,65	2,3	2,38	0,01	0,1	0,24	0,1	0,04	60,6	0,028	0,04	0,01	1,46	67,25
MAG	2.624	1,82	4,20	4,24	0,01	0,1	0,18	0,1	0,19	62,00	0,065	0,03	0,01	2,65	63,82
MAG	16,9	1,05	6,06	5,93	0,01	0,1	0,54	0,1	0,2	59,1	0,048	0,03	0,01	2,87	60,15
MAG	10,34	0,74	8,51	5,45	0,02	0,1	0,42	0,1	0,17	55,8	0,192	0,03	0,01	4,03	56,54
MAG	16.394	2,85	3,31	2,18	0,01	0,1	0,09	0,1	0,07	65,9	0,029	0,03	0,01	1,49	68,75
MAG	3,66	0,69	1,76	1,45	0,01	0,1	0,05	0,1	0,01	67,00	0,021	0,04	0,01	1,31	67,69
MAG	13,24	2,34	3,39	2,72	0,02	0,1	0,18	0,1	0,02	64,9	0,059	0,03	0,01	1,76	67,24
MAG	16.935	4,17	8,19	7,18	0,1	0,1	0,33	0,1	0,09	56,1	0,069	0,07	0,01	3,12	60,27
MAG	19.005	1,4	6,15	6,69	0,01	0,1	0,48	0,1	0,08	57,4	0,107	0,03	0,01	3,84	58,80
MAG	11,54	0,65	27,5	5,14	0,03	0,1	0,38	0,13	0,01	44,1	0,137	0,009	0,03	4,43	44,75
MAG	16.555	1,72	12,00	7,07	0,06	0,1	0,5	0,12	0,02	52,2	0,111	0,02	0,01	5,11	53,92
MAG	14,32	1,01	7,53	8,45	0,03	0,1	0,65	0,1	0,12	54,4	0,115	0,02	0,01	5,06	55,41
MAG	12.345	0,81	22,00	5,18	0,01	0,1	0,43	0,1	0,34	48,6	0,034	0,03	0,01	2,66	49,41
MAG	7,59	1,15	11,8	9,38	0,38	0,26	0,53	0,1	0,04	52,1	0,021	0,09	0,01	3,35	53,25
MAG	6.575	7,49	1,8	1,09	0,02	0,1	0,07	0,1	0,01	67,1	0,038	0,05	0,01	0,73	74,59
MAG	8.005	3,72	2.35	1.87	0.02	0.1	0.1	0.1	0.04	65.5	0.037	0.04	0.01	1.43	69,22

Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

E MAG	4.438	1,4	6,41	4,45	0,04	0,1	0,2	0,1	0,56	60,00	0,061	0,009	0,01	2,13	61,40
MAG	4,2	0,14	4,02	2,87	0,03	0,34	0.07	0,1	0,09	52,4	0,031	4,33	0,5	11,56	52,54
MAG	10,57	0,61	9,69	11,3	0,02	0,1	1,03	0,11	0,86	50,6	0,08	0,02	0,01	3,74	51,21
MAG	1.746	2,00	6,66	10,4	0,23	0,12	1,02	0,1	0,76	55,5	0.059	0.03	0,01	2,78	57,50
MAG	10.06	1.56	9,00	9,38	0.05	0.1	0.73	0.1	0,63	53,8	0,113	0.02	0.01	3,43	55,36
MAG	1.642	2,7	8,83	8,87	0.01	0,1	0.7	0,1	0.47	55,1	0.048	0.07	0.01	3,59	57,80
MAG	8.325	2.5	10.6	12.2	0.02	0.1	1,19	0.1	0.66	49.8	0.04	0.03	0.01	4.26	52.30
MAG	10.73	1.15	13.8	2.65	0.04	0.1	0.06	0.1	0.01	57.7	0.069	0.03	0.01	2.00	58.85
MAG	7.445	1.11	6.88	5.14	0.03	0.1	0.25	0.1	0.06	58.7	0.049	0.05	0.01	2.86	59.81
MAG	2.602	0.73	6.45	5.9	0.03	0.1	0.32	0.1	0.38	58.6	0.019	0.04	0.01	2.45	59.33
MAG	7.76	1.31	8.81	6,99	0.25	0.11	0.5	0.1	0.02	53.9	0.073	0.05	0.01	4.51	55.21
MAG	4.576	0.99	6.47	3.06	0.01	0.1	0.3	0.1	0.02	60.1	0.046	0.37	0.02	3.19	61.09
MAG	15,146	0.14	15.7	1.92	0.01	0.1	0.15	0.1	0.05	54.8	0.02	0.76	0.01	2.16	54.94
MAG	10.585	0.57	4.16	3.9	0.01	0.1	0.27	0.1	0.14	60.7	0.037	0.06	0.01	3.91	61.27
MAG	3.784	1.17	5.15	0.85	0.01	0.1	0.07	0.1	0.01	64.00	0.016	0.03	0.01	1.49	65.17
MAG	5.054	1.84	6.2	2.87	0.01	0.1	0.25	0.1	0.08	61.3	0.024	0.09	0.01	3.54	63.14
MAG	8.74	1.24	5.76	1.29	0.02	0.1	0.05	0.1	0.01	64.3	0.054	0.04	0.01	2.11	65.54
MAG	10.315	5.41	10.1	0.96	0.01	0.1	0.06	0.1	0.01	61.9	0.038	0.09	0.01	0.74	67.31
MAG	9,755	3,96	2.9	2.46	0.01	0.1	0.15	0.1	0.01	64.7	0.038	0.09	0.01	2.27	68.66
MAG	8.66	2.59	7.17	2.78	0.01	0.1	0.16	0.1	0.04	61.9	0.02	0.06	0.01	172	64.49
MAG	2.044	0.39	8.22	6.78	0.1	0.22	0.51	0.1	0.11	55.8	0.048	0.2	0.02	3.6	56.19
MAG	6.295	136	14.5	7.96	0.02	01	0.43	01	122	49.5	0.121	0.08	0.01	4 45	50.86
MAG	13.005	0.14	7.99	6.78	0.02	0.1	0.71	0.1	0.17	55.9	0.05	1.11	0.04	3.84	56.04
MAG	11.21	108	12.5	2.26	0.01	01	0.16	01	0.02	58.4	830.0	0.04	0.01	2.66	59.48
MAG	13,305	129	8.96	8.36	0.03	0.1	0.78	0.1	0.18	53.5	0.039	0.03	0.04	4.75	54,79
MAG	11.095	0.59	15.1	9.3	01	0.15	0.49	01	0.07	48.3	0.065	0.11	0.02	5.89	48.89
MAG	11.435	2.64	211	2.63	0.01	0.1	0.43	0.1	0.18	52.6	0.078	0.04	0.01	167	55.24
OTZE	5.11	0.14	78.4	2.00	0.03	01	0.04	01	0.04	12.5	0.03	0.72	0.09	145	12.64
QTZF	7.27	146	57.3	3.12	0.03	0.1	0.23	0.1	0.09	26.6	0.08	0.01	0.01	2.15	28.06
QTZF	9.93	1.96	59.4	2.87	0.02	0.1	0.24	0.1	0.07	24.8	0.055	0.03	0.01	1.61	26.76
QTZF	6.48	1.27	56.2	5.68	0.03	0.1	0.44	0.1	0.42	23.3	0.093	0.02	0.02	3.02	24.57
QTZF	7.62	1.24	65.6	4.38	0.04	0.1	0.23	0.1	0.49	18.9	0.114	0.02	0.01	2.14	20.14
QTZF	9.56	1.39	63.6	2.72	0.04	0.1	0.19	0.1	0.12	21.00	0.072	0.03	0.01	1.89	22.39
QTZF	5.99	1.88	80.2	0.89	0.03	0.1	0.03	0.1	0.02	12.2	0.03	0.03	0.01	0.84	14.08
QTZE	3.39	1.49	54.6	8.83	0.02	0.1	0.56	0.1	0.07	22.3	0.084	0.04	0.01	5,18	23.79
QTZF	6.68	0.26	50.8	9,83	0.02	0.1	0.42	0.1	0.07	22.2	0.021	0.44	0.01	8.05	22.46
QTZF	6.95	0.28	41.1	10.1	0.01	0.1	0.62	0.1	0.04	26.4	0.012	0.61	0.01	9.65	26.68
QTZF	6.69	0.14	19.6	10.9	0.01	0.1	0.51	0.1	0.05	39.2	0.017	11	0.01	12.73	39.34
QTZF	8.15	0.14	31.8	18.7	0.02	0.1	2.16	0.1	0.09	23.00	0.03	0.28	0.01	13.21	23.14
QTZF	3.23	1.44	58.2	4.53	0.03	0.1	0.36	0.1	0.03	23.9	0.043	0.02	0.01	2.95	25.34
QTZF	5.06	0.14	57.9	3.43	0.01	0.1	0.25	0.1	0.04	24.00	0.042	0.41	0.08	2.6	24.14
OTZF	2.83	1.16	65.00	2,93	0.02	0.1	0.17	0.1	0.01	20.4	0.058	0.1	0.02	2.9	21.56
QTZF	2.87	0.16	37.9	5,97	0.01	0.21	0.34	0.1	0.01	34.4	0.03	0.27	0.06	5.73	34,56
QTZF	2.69	0,14	39.7	21.00	0.04	0,2	1.00	0,1	0.08	20,1	0.021	0,39	0.03	10.03	20,24
QTZF	1.222	1,62	61.7	3,83	0,03	0.1	0,26	0.1	0,75	22,9	0,033	0,02	0,01	1,69	24,52
QTZF	1.978	1.35	69,5	5,03	0.02	0.1	0,15	0.1	0,36	15.6	0.021	0.01	0.01	2,45	16,95
QTZF	1.764	1,72	67,3	9,11	0,02	0,1	0,19	0,1	0,53	13,8	0,029	0,02	0,02	3,81	15,52
QTZF	1.79	1,21	73.5	4.01	0.03	0.1	0,16	0.1	0,16	14.1	0.025	0.02	0.01	2.02	15,31
QTZF	6.105	1,31	72,00	2,87	0,03	0,1	0,16	0,1	0,15	15,2	0,054	0,03	0,01	1,89	16,51
OTZF	4.746	1.27	56.8	11.7	0.02	0.11	0.73	0.1	0.31	15.9	0.013	0.04	0.01	6,48	17,17
QTZF	9.195	1,35	53,00	4,37	0,04	0,1	0,46	0,1	0,14	28,5	0,059	0,03	0,01	2,55	29,85
QTZF	4.155	1,43	80,1	2,07	0,12	0.1	0,11	0,1	0,1	12.3	0,034	0,02	0,01	1,04	13,73
QTZF	7.325	1,26	55,9	8,61	0,03	0,1	0,6	0,1	0,35	21,00	0,068	0,2	0,05	3,94	22,26
QTZF	7,3	0,14	68,3	6,99	0,08	0,1	0,41	0,1	0,04	13,2	0,064	0,68	0,11	3,88	13,34
QTZF	5.175	0,14	38,00	24,00	0,02	0,1	1,17	0,1	0,41	17,4	0,104	0,58	0,14	10,41	17,54
QTZF	3.438	1,52	72.3	2,08	0,06	0.1	0,18	0.1	0,06	16,4	0,057	0,04	0,01	1,65	17,92
QTZF	2,59	1,2	75,4	2,71	0,04	0,1	0,28	0,1	0,01	13,5	0,055	0,01	0,01	1,69	14,70
QTZF	1,69	1,2	69,8	10,3	0,03	0,1	0,17	0,1	0,38	9,74	0,034	0,01	0,01	4,14	10,94
QTZF	6.925	1,00	65,4	3,18	0,04	0,1	0,31	0,1	0,4	19,3	0,085	0,04	0,01	2,06	20,30
QTZF	8,93	1,36	65,00	3,09	0,04	0,1	0,18	0,1	0,32	19,1	0,083	0,02	0,01	2,14	20,46
QTZF	11,14	2,09	65,8	2,97	0,03	0,1	0,24	0,1	0,15	19,2	0,084	0,06	0,01	1,82	21,29

QTZF	9.525	1,18	73,6	3,95	0,04	0,1	0,25	0,1	0,16	13,9	0,051	0,02	0,02	1,99	15,08
OTZF	8.545	1.24	58.6	8,47	0.03	0.11	0.3	0.1	0.94	18.9	0.083	0.02	0.01	3.24	20.14
QTZF	13,805	1.44	67.2	4.35	0.02	0.1	0.38	0.1	0.25	17.6	0.049	0.1	0.01	2.26	19.04
	10.59	125	641	6.58	0.03	01	0.45	01	0.27	18.2	0.045	0.04	0.01	3.00	19.45
	4 472	129	791	2.97	0.04	01	0.14	01	0.32	10.4	0.044	0.01	0.01	2.25	11.69
	C02E	1,20	10,1 CE 2	2,01	0,07	0,1	0,17	0,1	0,32	20.4	0,044	0,01	0,01	1.00	21.00
	6320	1,43	00,2 50,5	2,1	0,07	0,1	0,2	0,1	0,32	20,4	0,001	0,00	0,01	1,00	21,03
	11.015	1,38	08,0	0,86	0,04	0,1	0,32	0,1	0,68	22,1	0,062	0,11	0,02	2,13	23,48
	11.715	1,64	55,7	4,43	0,05	0,1	0,38	0,1	0,33	25,7	0,055	0,28	0,03	2,41	27,34
QTZF	8,5	0,22	62,8	4,49	0,07	0,1	0,21	0,1	0,23	19,8	0,09	0,43	0,2	3,4	20,02
QTZF	7.505	0,36	68,8	2,71	0,04	0,1	0,17	0,1	0,08	17,8	0,062	0,38	0,07	1,94	18,16
QTZF	7.255	1,1	69,9	7,72	0,01	0,1	0,48	0,1	0,22	11,9	0,029	0,02	0,01	3,52	13,00
QTZF	10.515	1,63	73,7	1,24	0,07	0,1	0,2	0,1	0,14	16,7	0,035	0,01	0,01	0,86	18,33
QTZF	5.148	1,87	76,6	0,8	0,08	0,1	0,17	0,1	0,04	15,7	0,033	0,01	0,01	0,68	17,57
QTZF	3,01	1,18	78,8	2,52	0,03	0,1	0,19	0,1	0,02	12,1	0,022	0,03	0,01	1,49	13,28
OTZF	5.974	1.22	81.00	2.07	0.02	0.1	0.15	0.1	0.01	11.5	0.022	0.02	0.01	1.37	12.72
QTZF	7.31	1.12	74.7	3.06	0.03	0.1	0.23	0.1	0.05	14.4	0.018	0.27	0.08	1.5	15.52
	14.88	132	76.6	168	0.03	01	0.21	01	0.01	14.7	0.033	0.03	0.01	132	16.02
	5 36	132	44.1	3.38	0.03	01	0.33	01	0.02	24.1	ea0.0	0.03	0.01	2.96	35.42
	7.69	0.47	59.0	2.27	0,00	0,1	0,00	0,1	0.02	227	0.076	0,00	0,01	2,00	24.17
	7,00	0,47	00,0	2,01	0,04	0,1	0,17	0,1	0,03	20,1	0,070	0,20	0,01	0,00	24,17
	0,00	0,00	33,3	7,0	0,02	0,13	0,63	0,1	0,01	30,3	0,120	0,05	0,01	6,04	31,40
	1,2	0,92	00,9	3,36	0,02	0,1	0,51	0,1	0,01	27,5	0,072	0,03	0,01	2,12	28,42
	9,55	1,1	59,9	2,7	0,03	0,1	0,29	0,1	0,02	23,8	0,147	0,02	0,01	2,81	24,90
QTZF	6,18	1,12	75,3	3,18	0,02	0,1	0,16	0,1	0,01	13,3	0,022	0,008	0,01	2,15	14,42
QTZF	7.515	0,14	64,4	4,13	0,02	0,1	0,72	0,1	0,13	16,8	0,075	0,7	0,02	4,67	16,94
QTZF	10,74	1,21	72,2	7,24	0,03	0,1	0,42	0,1	0,11	12,5	0,021	0,009	0,01	3,88	13,71
QTZF	8.445	1,25	54,3	11,4	0,02	0,1	0,35	0,1	0,12	18,3	0,052	0,13	0,01	6,8	19,55
QTZF	4.828	1,17	70,4	2,53	0,02	0,1	0,12	0,1	0,13	17,8	0,032	0,01	0,01	1,77	18,97
QTZF	7,41	1,62	61,8	7,69	0,02	0,1	0,18	0,1	0,15	19,4	0,035	0,07	0,01	3,45	21,02
QTZF	7,19	1,07	75,4	3,11	0,02	0,1	0,01	0,1	0,05	13,6	0,027	0,14	0,03	1,92	14,67
QTZF	6.29	1.39	79.5	1.41	0.04	0.1	0.05	0.1	0.02	13.2	0.032	0.03	0.01	1.08	14.59
	10 005	0.88	58.6	5.94	0.03	01	0.38	01	0.36	23.2	0.041	0.01	0.01	2.74	24.08
	10 44	133	62.8	2.21	0.03	01	0.18	01	0.21	23.6	0.052	0.01	0.01	144	24.93
	8.59	1.00	524	7.59	0.03	01	0.29	0.1	0.75	24.2	0,002	0.02	0.01	2.24	25.20
	2 600	1,00	70.1	F.00	0,03	0,1	0,33	0,1	0,70	14.4	0,000	0,02	0,01	2.04	15 55
	3.600	1,10	70,1 E0.00	0,04	0,03	0,1	0,17	0,1	0,3	14,4	0,000	0,003	0,02	3,04	10,00
	1,03	0,75	52,00	3,32	0,04	0,1	0,01	0,1	0,41	23,3	0,035	0,02	0,01	4,23	29,60
	5,55	0,9	51,7	11,00	0,04	0,1	0,34	0,1	0,83	21,8	0,095	0,02	0,01	4,/1	22,70
	6.565	1,33	78,8	1,0	0,05	0,1	0,15	0,1	0,11	13,3	0,035	0,02	0,01	1,09	14,63
QTZF	9.245	1,35	65,4	3,84	0,02	0,1	0,25	0,1	0,13	18,9	0,031	0,01	0,02	2,09	20,25
QTZF	11,08	1,21	61,00	3,65	0,01	0,1	0,26	0,1	0,06	22,1	0,041	0,02	0,01	1,98	23,31
QTZF	8.095	0,14	54,2	2,78	0,03	0,12	0,11	0,1	0,06	27,5	0,034	0,71	0,06	3,55	27,64
QTZF	4.496	2,37	69,3	0,63	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	20,4	0,023	0,02	0,01	0,64	22,77
QTZF	9.305	1,00	66,5	6,23	0,04	0,1	0,37	0,1	0,11	17,4	0,026	0,01	0,01	2,68	18,40
QTZF	5.544	1,25	74,1	0,38	0,03	0,1	0,42	0,1	0,01	17,4	0,021	0,03	0,01	0,47	18,65
QTZF	7.485	1,05	77,4	1,11	0,04	0,1	0,28	0,1	0,01	14,1	0,014	0,03	0,01	1,53	15,15
QTZF	10.825	1,17	74,00	2,34	0,02	0,1	0,04	0,1	0,02	15,9	0,014	0,03	0,01	1,58	17,07
OTZF	8.035	1.51	73.5	0.41	0.02	0.1	0.01	0.1	0.01	18.00	0.018	0.1	0.02	0.56	19.51
OTZF	4.25	1.86	62.2	2.44	0.03	0.1	0.02	0.1	0.02	22.7	0.025	0.04	0.01	2.75	24.56
	7 4 0 5	177	713	27	0.09	01	0.16	01	0.15	18.00	0.015	0.02	0.01	125	19.77
	8405	0.98	52.00	973	30.0	01	0.59	0.11	36.0	24.00	0.029	0.01	0.01	3.23	24.98
	9.025	0,00	100,00 100	10.6	0,00	0,1	0,00	0,0	0,00	27,00	0,020	0,01	0,01	A 02	24.07
	1,020	0,37	43,3	9.67	0,03	0,1	0,01	0,1	0,02	20,1	0,007	0,01	0,01	7,02	15.00
0725	1.010	0,68	60,7	3,07	0,03	0,1	0,43	0,1	0,26	14,7	0,038	0,008	0,01	3,65	10,38
	12,12	1,34	63,8	3,22	0,02	0,1	0,48	0,1	0,31	21,5	0,03	0,01	0,01	1,37	22,84
UTZF	6,6	0,43	53,7	5,32	0,03	0,1	0,37	0,1	0,28	25,8	0,068	0,17	0,01	2,66	26,23
QTZF	8.145	0,29	43,5	4,12	0,04	0,1	0,35	0,1	0,11	34,2	0,077	0,53	0,06	2,66	34,49
QTZF	5.004	0,93	58,5	5,14	0,03	0,1	0,38	0,1	0,28	23,3	0,076	0,09	0,01	2,62	24,23
QTZF	7,06	1,52	70,1	2,45	0,06	0,1	0,29	0,1	0,22	18,2	0,018	0,03	0,01	1,26	19,72
QTZF	5.886	1,95	68,8	4,2	0,04	0,1	0,22	0,1	0,28	18,00	0,026	0,02	0,01	1,64	19,95
QTZF	5,51	0,94	65,1	5,69	0,04	0,1	0,4	0,1	1,01	18,5	0,048	0,01	0,02	1,95	19,44
QTZF	4.938	0,85	56,1	5,9	0,02	0,1	0,39	0,1	0,92	23,2	0,052	0,02	0,01	2,68	24,05
QTZF	7.625	1,05	74.8	2,98	0,03	0.1	0,15	0.1	0,22	14.6	0,024	0,02	0,01	1,64	15.65
OTZE	4 4 6 4	0.98	62.9	5.34	0.03	0.1	0.24	0.1	83.0	19.5	0.085	0.01	0.01	2.85	20.48

Lopes, M. F. 2022, Análise petrográfica e química das ocorrências de minério na região do município de Jacarandira-MG.

QTZF	10,88	1.44	75.3	1.37	0.03	0.1	0.04	0.1	0.07	16,9	0.017	0.008	0.02	0.78	18,34
QTZF	3.232	0,78	68,8	1,97	0.03	0,1	0.03	0,1	0,01	20,1	0.025	0.01	0.01	1,1	20,88
QTZF	7.875	1,12	66,3	4,43	0,03	0,1	0,04	0,1	0,03	18,6	0,024	0,04	0,01	2,7	19,72
QTZF	4.636	0,14	62,1	1,68	0,03	0,1	0,17	0,1	0,06	22,9	0,059	1,34	0,13	2,65	23,04
QTZF	5.108	0,43	74,3	1,54	0,04	0,1	0,05	0,1	0,03	15,4	0,026	0,56	0,03	1,47	15,83
QTZF	2.498	1,7	78,3	0,25	0,04	0,1	0,01	0,1	0,01	14,1	0,019	0,01	0,02	0,7	15,80
QTZF	6,69	1,18	61,4	0,89	0,03	0,1	0,18	0,1	0,02	25,2	0,042	0,02	0,01	2,22	26,38
QTZF	3.462	1,1	47,5	1,33	0,03	0,1	0,01	0,1	0,01	34,1	0,018	0,04	0,01	2,44	35,20
QTZF	8.665	0,94	73,6	3,4	0,04	0,1	0,25	0,1	0,3	14,7	0,03	0,02	0,03	1,72	15,64
QTZF	8,69	1,45	66,9	3,04	0,04	0,1	0,21	0,1	0,06	20,6	0,048	0,03	0,01	1,81	22,05
QTZF	5.612	1,03	66,5	5,52	0,03	0,1	0,3	0,1	0,01	17,1	0,026	0,08	0,01	3,63	18,13
QTZF	5.545	0,95	59,6	2,74	0,02	0,1	0,11	0,1	0,02	24,5	0,023	0,21	0,01	2,83	25,45
QTZF	2.804	0,14	59,2	1,13	0,02	0,1	0,06	0,1	0,05	25,9	0,017	0,82	0,09	2,44	26,04
QTZF	2.846	1,89	69,1	1,53	0,02	0,1	0,02	0,1	0,01	20,00	0,013	0,008	0,01	0,96	21,89
QTZF	5.038	0,84	60,3	6,05	0,03	0,1	0,33	0,1	0,11	20,8	0,077	0,34	0,06	3,36	21,64
QTZF	8.085	0,96	66,00	7,37	0,03	0,1	0,45	0,1	0,05	16,4	0,038	0,18	0,04	3,73	17,36
QTZF	3.122	0,82	65,8	4,59	0,03	0,1	0,29	0,13	0,06	18,9	0,032	0,02	0,01	2,48	19,72
QTZF	10.485	1,7	69,3	2,7	0,06	0,1	0,19	0,1	0,08	18,00	0,032	0,05	0,01	1,49	19,70
QTZF	8.615	1,01	68,5	2,78	0,06	0,1	0,25	0,11	0,06	18,8	0,033	0,16	0,01	1,36	19,81
QTZF	11.255	2,12	67,1	1,85	0,07	0,1	0,15	0,1	0,02	19,5	0,069	0,02	0,01	1,74	21,62
OTZE	3.796	1.36	67.6	3.82	0.07	0.1	0.22	0.1	0.06	17.7	0.06	0.01	0.01	2.05	19.06