



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE MINAS E CONSTRUÇÃO CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS

CATALOGAÇÃO DAS AMOSTRAS DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE
GEOLOGIA, MINERALOGIA E PETROGRAFIA DO CEFET-MG, CAMPUS ARAXÁ

ISABELLA CRISTINA DE ARAUJO

ARAXÁ

2015

ISABELLA CRISTINA DE ARAUJO

CATALOGAÇÃO DAS AMOSTRAS DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE
GEOLOGIA, MINERALOGIA E PETROGRAFIA DO CEFET-MG, CAMPUS ARAXÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro de Minas.

Orientador: Prof. Esp. Francisco de Castro Valente Neto

Co-orientador: Prof. Ms. Alexander Martin Silveira Gimenez

ARAXÁ

2015

ISABELLA CRISTINA DE ARAUJO

CATALOGAÇÃO DAS AMOSTRAS DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE
GEOLOGIA, MINERALOGIA E PETROGRAFIA DO CEFET-MG, CAMPUS ARAXÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro de Minas.

Data de aprovação: 10 / 08 / 15

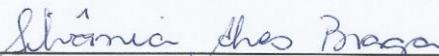
Banca Examinadora:



Prof. Esp. Francisco de Castro Valente Neto – Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais – Presidente da Banca Examinadora – Orientador



Prof. Ms. Alexandér Martin Silveira Gimenez – Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais – Co-orientador



Prof. Esp. Silvânia Alves Braga – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas
Gerais



Prof. Esp. Thales Prado Fontes – Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais

Aos meus pais, ao meu irmão e ao meu namorado.

AGRADECIMENTOS

A Deus. À minha família, pela formação ética e moral que me proporcionou, sem as quais não teria tido reflexões suficientes à idealização e desenvolvimento do presente trabalho. Como também, pelo apoio incondicional em todas as horas. Ao meu orientador, Prof. Esp. Francisco de Castro Valente Neto, pela orientação, firme e segura, pela postura ética, competência. Ao meu co-orientador, Prof. Ms. Alexander Martin Silveira Gimenez, pelos conselhos sempre úteis e precisos com que, sabiamente, orientou este trabalho.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, realizar o catálogo dos minerais do Laboratório de Geologia, Mineralogia e Petrografia do CEFET-MG, campus IV. Pois, o mesmo conta com um valioso acervo mineralógico e petrográfico que serve de base para pesquisas, estudos e outras atividades relativas aos cursos Técnico em Mineração e de Engenharia de Minas. E por esse motivo, merece ser preservado. Hoje, o registro desse acervo é ineficaz o que dificulta sua preservação, aprendizagem e controle da quantidade de amostras. O catálogo irá facilitar a aprendizagem dos alunos, criará uma padronização do laboratório, melhorará o controle do acervo, sendo o mesmo de interesse dos professores do CEFET-MG.

Palavras-Chave: Mineralogia, minerais, classificação, acervo de minerais, mineralogia física.

ABSTRACT

This paper aims, perform a catalog of minerals Geologia, Mineralogia e Petrografia Laboratory of CEFET-MG, campus IV. Therefore it has a valuable mineralogical and petrographic collection that serves as the basis for research, studies and other activities related to technical courses in Mining and Mining Engineering. And, therefore, it deserves to be preserved. Today, the record of this collection is ineffective making it difficult to preserve, learning and controlling the amount of samples. The catalog will facilitate student learning, create a standardization of laboratory, improve the control of the collection, with the same interest of CEFET-MG teachers.

Keywords: mineralogy, minerals, classification, minerals collection, physical mineralogy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura cristalina. Fonte - http://mineralogiaequimicadosolo.blogspot.com.br/2014/05/os-principais-fundamento-da.html	19
Figura 2 - Célula unitária. Fonte - http://www3.fsa.br/materiais/estrutcris1.pdf	19
Figura 3 - Retículos espaciais. Fonte - http://corro4v072.blogspot.com.br/2008/03/estrutura-cristalina.html	20
Figura 4 - Arranjo dos tetraedros nesossilicatos. Fonte - http://escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=595&ordem=2	38
Figura 5 - Arranjo dos tetraedros sorossilicatos. Fonte - http://escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=591&ordem=2	38
Figura 6 - Arranjo dos tetraedros ciclossilicatos. Fonte - http://escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=602&ordem=2	38
Figura 7 - Arranjo dos tetraedros inossilicatos. Fonte - http://escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=467&ordem=2	39
Figura 8 - Arranjo dos tetraedros filossilicatos. Fonte - http://escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=479&ordem=2	39
Figura 9 - Arranjo dos tetraedros tectossilicatos. Fonte - http://escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=583&ordem=2	39
Figura 10 - Utilizando ácido clorídrico para identificação de minerais carbonáticos..	43
Figura 11 - Determinação de dureza.....	43
Figura 12 - Identificação traço mineral.....	44
Figura 13 - Investigação de magnetismo.....	45
Figura 14 - Apresentação catálogo.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sistemas cristalinos, redes bravais e exemplos de minerais.	22
Quadro 2 - Eixos, ângulos entre os eixos e classes cristalinas.	23
Quadro 3 - Escala de dureza de Mohs.	25
Quadro 4 - Padrões de fratura.	27
Quadro 5 - Descrição tenacidade de um mineral.	27
Quadro 6 - Termos usados para sabor.	32
Quadro 7 - Termos utilizados para odor.	32
Quadro 8 - Termos usados para tato.	33
Quadro 9 - Classificação dos silicatos.	40
Quadro 10 - Sistema de codificação.	42
Quadro 11 - Amostras de metais nativos.	61
Quadro 12 - Amostras de não metais nativos.	61
Quadro 13 - Amostras de sulfetos simples.	61
Quadro 14 - Amostras de sulfetos simples.	62
Quadro 15 - Amostras de sulfetos complexos.	62
Quadro 16 - Amostras de óxidos simples.	63
Quadro 17 - Amostras de óxidos simples.	63
Quadro 18 - Amostras de óxidos que contém hidroxilas e hidróxidos.	64
Quadro 19 - Amostras de óxidos múltiplos.	64
Quadro 20 - Amostras de cloretos.	64
Quadro 21 - Amostras de fluoretos.	65
Quadro 22 - Amostras de carbonatos simples.	65
Quadro 23 - Amostras de carbonatos simples.	65
Quadro 24 - Amostras de carbonatos complexos.	66
Quadro 25 - Amostras de carbonatos com hidroxilas e hidróxidos.	66
Quadro 26 - Amostras de sulfatos anidros.	66
Quadro 27 - Amostras de sulfatos hidratados.	67
Quadro 28 - Amostras de fosfatos, arseniados e vanadatos hidratados.	67
Quadro 29 - Amostras de fosfatos, arseniados e vanadatos.	67
Quadro 30 - Amostras de tungstatos.	68
Quadro 31 - Amostras de nesossilicatos.	68
Quadro 32 - Amostras de nesossilicatos.	68
Quadro 33 - Amostras de sorossilicatos.	69
Quadro 34 - Amostras ciclossilicatos.	69
Quadro 35 - Amostras inossilicatos.	70
Quadro 36 - Amostras filossilicatos.	70
Quadro 37 - Amostras filossilicatos.	71
Quadro 38 - Amostras filossilicatos.	71
Quadro 39 - Amostras tectossilicatos.	72
Quadro 40 - Amostras tectossilicatos.	73
Quadro 41 - Amostras de colofano.	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação de minerais do laboratório.	54
Gráfico 2 - Distribuição dos silicatos no laboratório.....	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivos gerais	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Minerais	17
3.2 Cristalografia	18
3.3 Identificação das propriedades físicas dos minerais	24
3.3.1 Propriedades que dependem da estrutura cristalina.....	24
3.3.2 Propriedades que dependem da luz	29
3.3.3 Propriedades magnéticas	31
3.3.4 Propriedades organoléticas	31
3.4 Classificação química dos minerais	33
3.4.1 Elementos nativos.....	33
3.4.2 Sulfetos.....	34
3.4.3 Óxidos.....	35
3.4.4 Halóides.....	35
3.3.5 Carbonatos	36
3.3.6 Sulfatos e cromatos	36
3.3.7 Fosfato, arseniados e vanadatos	36
3.3.8 Tungstos e molibdatos.....	37
3.3.9 Silicatos	37
5 ESTRUTURA DO CATÁLOGO E METODOLOGIA	41
6 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS.....	46
6.1 Elementos nativos.....	46
6.1.1 Metais nativos.....	46
6.1.2 Não metais nativos	46
6.2 Sulfetos	46
6.2.1 Sulfetos simples.....	47
6.2.2 Sulfetos complexos.....	47
6.3 Óxidos	47
6.3.1 Óxidos simples.....	47
6.3.2 Óxidos com hidroxilas e hidróxidos.....	48

6.3.3 Óxidos múltiplos.....	48
6.4 Halóides	48
6.4.1 Cloretos	49
6.4.2 Fluoretos.....	49
6.5 Carbonatos	49
6.5.1 Carbonatos simples	49
6.5.2 Carbonatos complexos	50
6.5.3 Carbonatos com hidroxilas e hidróxidos	50
6.6 Sulfatos	50
6.6.1 Anidros.....	50
6.6.2 Hidratados	50
6.7 Fosfatos, arseniados e vanadatos	51
6.7.1 Hidratados	51
6.7.2 Simples e complexos	51
6.8 Tungstos	51
6.8.1 Wolframita.....	52
6.9 Silicatos.....	52
6.9.1 Nesossilicatos	52
6.9.2 Sorossilicatos.....	52
6.9.3 Ciclossilicatos	52
6.9.4 Inossilicatos	53
6.9.5 Filossilicatos	53
6.9.6 Tectossilicatos	53
6.10 Mineralóides.....	54
6.10.1 Colofano	54
6.11 Levantamento dos minerais do laboratório	54
6.12 Dificuldades obtidas	55
7 CONCLUSÃO.....	56
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
APÊNDICE A - CATÁLOGO DO ACERVO DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE GEOLOGIA MINERALOGIA E PETROGRAFIA.....	60
APÊNDICE B - CÓDIGOS UTILIZADOS PARA CATALOGAR AS AMOSTRAS DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE GEOLOGIA MINERALOGIA E PETROGRAFIA	61

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho compreende a realização da catalogação de minerais do laboratório de Geologia Mineralogia e Petrografia do CEFET-MG, campus Araxá. Este catálogo foi criado com a finalidade de colocar à disposição dos professores, os elementos práticos para complementarem as atividades teóricas. O laboratório conta com um valioso acervo mineralógico que serve de base para pesquisas, estudos e outras atividades relativas aos cursos Técnico em Mineração e de Engenharia de Minas.

Hoje, o registro desse acervo é ineficaz o que dificulta a preservação do acervo, a aprendizagem e o controle da quantidade de amostras. Devido ao fato de o laboratório receber sempre novas amostras para o acervo e as mesmas não serem registradas e até mesmo devido à perda do registro de amostras já anotadas no acervo. Nota-se que um estudo e catalogação seriam de grande valia na preservação do contingente e na facilitação do acesso ao mesmo.

Sabe-se que a quantidade de amostras é grande e se tem conhecimento do número aproximado de amostras de minerais que compõem o acervo, sendo algumas vezes difícil o controle de estoque das amostras.

Portanto, a melhor maneira para otimizar o acervo para estudos, consultas e preservação é através da elaboração de um catálogo paradidático a partir do levantamento e caracterização das amostras. Melhora significativamente a qualidade de acesso ao acervo e sua preservação. Pois, agora é possível ter controle da quantidade de amostras existentes no laboratório, identificação de qual mineral ela representa, facilitando, assim, a preservação do mesmo. Como também, auxilia na aprendizagem dos alunos do curso Técnico em Mineração e do curso de Engenharia de Minas, proporcionando ao aluno maior aprendizagem e diminuindo a dificuldade encontrada para se ter contato com todas as amostras existentes no acervo. Sendo assim, o catálogo proporciona uma maior acessibilidade à aprendizagem e à absorção do conteúdo.

Assim, somos levados a acreditar que o catálogo facilita o trabalho dos professores, alunos e visitantes do CEFET-MG.

A confecção do catálogo conta com a realização de um inventário dos minerais existentes no acervo, descrição geral de cada tipo de mineral encontrado no laboratório, fotografia dos mesmos, criação de padronização de etiquetas para

identificação das amostras, fixação em cada amostra uma etiqueta de acordo com a classe à qual pertence e organização do catálogo.

Atualmente, no laboratório situam-se 1201 amostras de minerais que estão catalogadas. Sendo, a maioria delas, silicatos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O objetivo geral desse trabalho foi a elaboração de um catálogo paradidático por meio de levantamento, estudo e caracterização de cada amostra de mineral presente no laboratório de Geologia, Mineralogia e Petrografia do CEFET-MG, campus Araxá.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar um inventário dos minerais existentes no acervo;
- Criar uma padronização de etiquetas para identificação das amostras;
- Situar cada amostra de acordo com a classe à qual pertence;
- Identificar cada amostra;
- Fotografar as amostras para confecção do catálogo;
- Organizar o catálogo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Minerais

A mineralogia se dedica ao estudo dos diversos tipos de minerais, os quais são os materiais formadores de rochas. Dessa forma, em conformidade com o entendimento de Press *et al.* (2000, p.77), a mineralogia é o ramo da Geologia que estuda a composição, a estrutura, a aparência, a estabilidade, os tipos de ocorrência e as associações minerais.

Podemos descrever os minerais de acordo com as características abaixo:

- Substâncias que podem ser encontradas na natureza, ou seja, ocorrem de forma espontânea;
- Substâncias sólidas, isto é, não são nem gases e nem líquidos, portanto, são sólidos homogêneos que são formados por uma única fase sólida, que não podem ser separados em compostos mais simples por nenhum processo físico;
- Substâncias cristalinas, isto é, possuem um arranjo ordenado, sendo assim, cristais;
- Apresentam uma composição química equilibrada, porque são compostos nos quais a composição química pode ser definida por uma fórmula;
- Na maioria das vezes são inorgânicos.

Para melhor elucidar a abordagem conceitual, vejamos o conceito de mineral:

“Um mineral é um sólido de ocorrência natural com um arranjo atômico altamente ordenado e uma composição química homogênea e definida (mas não necessariamente fixa). Minerais são frequentemente formados por processos inorgânicos.” (KLEIN e DUTROW, 2012, p.28)

Grande parte dos minerais é constituída por dois ou mais elementos químicos. Os quais são formados pelo processo de cristalização. Que segundo Press *et al.* (2000, p.82) se trata do “crescimento de um sólido a partir de um líquido ou gás cujos átomos constituintes agrupam-se segundo proporções químicas e arranjos cristalinos adequados.” Reforçando essa ideia, Madureira F^o *et al.* (2000, p.31) considera que “O processo de cristalização tem início com a formação de um núcleo, um diminuto cristal que funciona como uma semente, ao qual o material vai aderindo, com o conseqüente crescimento do cristal.”

Substâncias que não possuem estrutura cristalina são chamadas de mineralóides. Os mineralóides são formados por processos orgânicos ou inorgânicos e apresentam características semelhantes aos minerais. Como é o caso da opala, vidro vulcânico, dentre outros. Para Ernst (1988, p.6), mineralóide é qualquer sólido ou líquido que ocorre naturalmente na natureza e que não possui arranjo ordenado dos átomos que o constitui.

3.2 Cristalografia

A cristalografia estuda a forma interna e externa dos cristais, ou seja, o arranjo atômico e a morfologia, como também as leis do seu crescimento.

Conforme as características dos sólidos, forças que unem os átomos, moléculas e íons pode-se classificar os sólidos em cristais ou amorfos. Cristais são sólidos homogêneos que estão organizados em estruturas regulares e definidas. Ernst (1988, p.6) defende que um cristal é qualquer partícula mineral limitada por faces planas que possuem uma relação geométrica fixa quanto ao arranjo atômico.

Quando os átomos apresentam-se de forma aleatória, irregular, sem estrutura definida. São chamados de amorfos. Segundo Bloss (1994, p. 26), aqueles cristais que não conseguem desenvolver faces são chamados de amorfos. Substâncias amorfas são geralmente chamadas de mineralóide.

Os cristais podem ser classificados em euédrico, subédrico e anédrico. Os cristais euédricos são aqueles que possuem faces cristalinas bem formadas. Já os subédricos apresentam faces cristalinas formadas imperfeitamente. E os anédricos não possuem faces cristalinas.

A estrutura cristalina lida com a forma segundo a qual os átomos, moléculas ou íons estão dispostos. Contempla a organização cristalina da estrutura dos minerais. Sendo de extrema importância para os estudos dos minerais, devido ser utilizada na identificação dos mesmos.

A estrutura cristalina é formada a partir da qual os átomos estão ligados a cada ponto da rede. Portanto, a estrutura cristalina é composta por rede mais base. A rede é um conjunto regular de pontos no espaço, trata-se de uma estrutura geométrica. Já a base é a organização dos átomos em cada ponto da rede. Conforme exemplifica a figura 1.

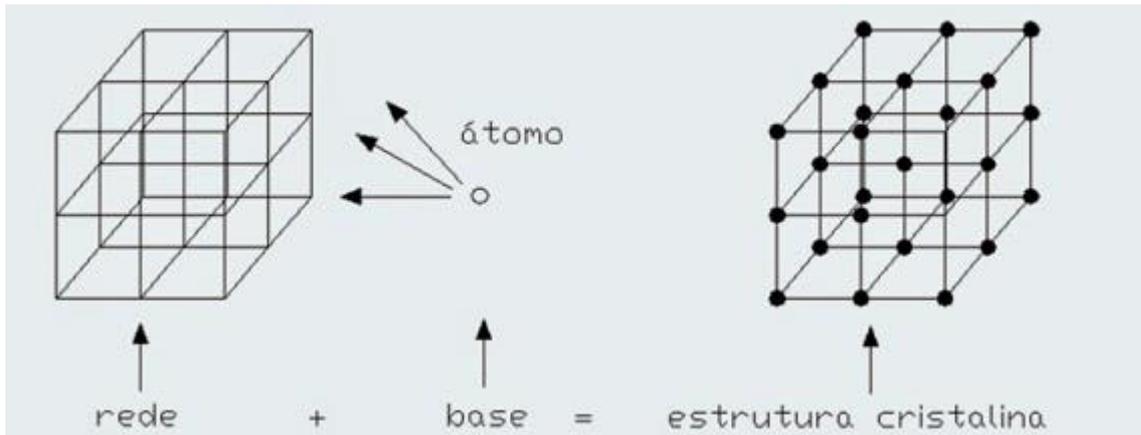


Figura 1 - Estrutura cristalina.

Fonte - <http://mineralogiaequimicadosolo.blogspot.com.br/2014/05/os-principais-fundamento-da.html>

A célula unitária ou cela unitária consiste na menor unidade que se repete, produzindo a estrutura cristalina. De acordo com Bunn (1972, p. 66), a célula unitária é um cubo com quatro átomos para cada unidade. A figura 2 mostra a célula unitária.

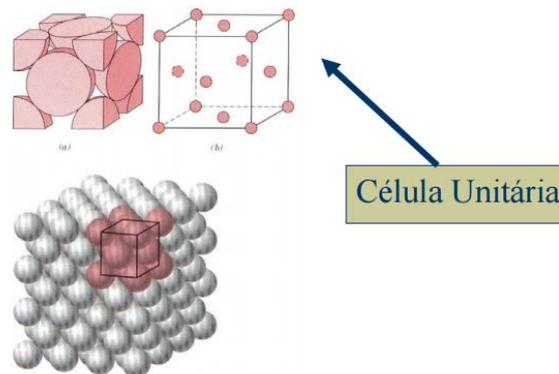


Figura 2 - Célula unitária.

Fonte - <http://www3.fsa.br/materiais/estrucrist1.pdf>

O retículo cristalino é o agrupamento das células unitárias. O qual a sua forma define o hábito do cristal.

A diferença entre estrutura cristalina e retículo cristalino, se dá onde a estrutura cristalina é um arranjo de átomos reais, que está submetido a imperfeições. Enquanto o retículo cristalino representa apenas pontos no espaço, uma representação geométrica.

Existem 14 retículos espaciais, também chamados de redes de Bravais, que demonstra a disposição dos pontos no espaço. Padilha (2007, p. 61) salienta que um retículo espacial é um arranjo indeterminado, tridimensional, de pontos e no qual

todo ponto tem a mesma vizinhança. Os retículos de Bravais envolvem 7 sistemas diferentes, chamados sistemas de Bravais. Que são sistemas de cristalização distintos, os quais permitem descrever os cristais. A figura 3 ilustra os retículos espaciais.

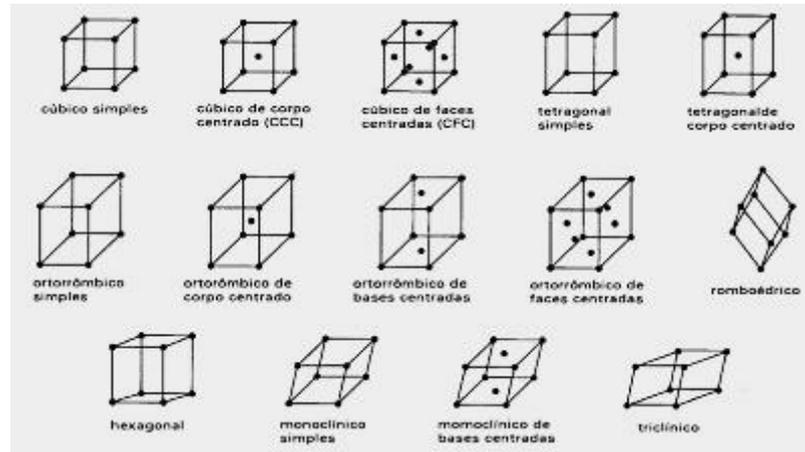


Figura 3 - Retículos espaciais.

Fonte - <http://corro4v072.blogspot.com.br/2008/03/estrutura-cristalina.html>

Os 7 sistemas de Bravais são cúbico, tetragonal, ortorrômbico, romboédrico, hexagonal, monoclínico e triclínico. Os quais se subdividem em 32 classes cristalinas.

De acordo com Lamana (2015):

*“Eixo cristalográfico é qualquer das linhas imaginárias que atravessam um cristal, encontrando-se em seu centro. Há um eixo frontal ao observador, chamado de **a**; um eixo vertical, chamado de **c**; e um eixo perpendicular a esses dois, chamado de **b**. O ângulo entre **c** e **b** é chamado de **alfa** (α); o ângulo entre **a** e **c** é chamado de **beta** (β); e o ângulo entre **a** e **b**, de **gama** (γ).*

Os eixos cristalográficos servem como referência na descrição da estrutura e simetria dos cristais. Medindo suas dimensões relativas e os valores dos ângulos pode-se determinar a qual sistema cristalino pertence o cristal.

*Por convenção, o eixo **a** é considerado positivo na porção anterior ao ponto de encontro com os outros eixos e negativo na porção posterior; o eixo **b** é positivo na porção à direita desse ponto e negativo à esquerda; o eixo **c** é positivo acima do mesmo ponto e negativo abaixo dele.”*

O sistema cúbico também conhecido pelos nomes de isométrico e manométrico caracteriza-se pela presença de três eixos cristalográficos de mesmo tamanho e perpendiculares. Os cristais pertencentes a este sistema são equidimensionais, quer dizer, não são nem alongados, nem achatados (FRANCO,1962). Kraus *et al.* (1959, p.26) discorre a esse respeito, afirmando que

todos os cristais desse sistema podem ser referidos por três eixos perpendiculares idênticos.

No sistema hexagonal possui quatro eixos cristalográficos. Onde temos três eixos horizontais com o mesmo comprimento, separados entre si por um ângulo de 120° . Além desses, temos um eixo vertical, perpendicular aos demais e com comprimento diferente (DANA, 1974, v.1). Em conformidade com Franco (1962, p.35), o sistema hexagonal apresenta um eixo singular, de simetria senária e que se orienta verticalmente. O sistema hexagonal é subdividido em hexagonal e romboédrico.

Já o sistema tetragonal possui três eixos perpendiculares, dos quais dois apresentam o mesmo comprimento e o outro apresenta um comprimento diferente (FRANCO, 1962). Segundo Kraus *et al.* (1959, p. 63), o sistema possui três eixos perpendiculares, dois dos quais são iguais e se situam num plano horizontal.

O sistema cristalino ortorrômbico possui três eixos cristalográficos perpendiculares com comprimentos diferentes (DANA, 1974, v.1). Franco (1962, p. 35) alerta que o sistema possui três arestas, ortogonais entre si e não equivalentes.

Esse sistema possui três formas: pinacoide, prismas e bipirâmides.

Sistema monoclinico se caracteriza por possuir três eixos cristalográficos com comprimentos diferentes (KLEIN e DUTROW, 2012). Kraus *et al.* (1959, p. 79) afirma que o sistema possui três eixos desiguais, dois dos quais intersectam num ângulo oblíquo, enquanto que o terceiro eixo é perpendicular a estes dois.

De acordo com Klein e Cornelli (2012, p.213) “Existem apenas dois tipos de formas nessa classe monoclinica: pinacoides e prismas.” A forma pinacoide pode ser descrita onde temos duas faces idênticas e uma distinta.

O sistema triclinico reuni todos os minerais que não se enquadram nos outros sistemas. Para Kraus *et al.* (1959, p. 85) O sistema possui três eixos desiguais cruzando-se em ângulos desiguais. Reforçando essa ideia, Bloss (1994, p.33) considera que o sistema possui três eixos escolhidos de forma inclinada obliquamente um para o outro, sendo a 90° somente por coincidência. A forma pertencente a essa classe é a pinacoide.

No quadro 1, temos as redes bravais pertencentes aos sistemas, como também exemplo de minerais do mesmo.

Os minerais apontam pelo arranjo de suas faces uma simetria definida, o que permite reuni-los em diferentes classes.

Para Ernst (1998, p.30), a simetria dos cristais representa o arranjo atômico da ordem interna de todos os materiais cristalinos.

E quando se aplica os elementos de simetria: plano de simetria, centro de simetria, eixo de simetria de rotação e eixo de simetria de inversão, pode-se obter diferentes formas cristalinas.

Quadro 1 - Sistemas cristalinos, redes bravais e exemplos de minerais.

Sistemas	Redes bravais	Exemplos de minerais
Cúbico	Cúbica simples Cúbica de face centrada Cúbica de corpo centrado	Fluorita, pirita, diamante e granada.
Hexagonal	Hexagonal	Calcita, quartzo e berilo.
Tetragonal	Tetragonal simples Tetragonal de corpo centrado	Cassiterita, zircão e rutilo.
Ortorrômbico	Ortorrômbica simples Ortorrômbica de face centrada Ortorrômbica de corpo centrado Ortorrômbica de base centrada	Estauroлита, marcassita e topázio.
Monoclínico	Monoclínica simples Monoclínica de base centrada	Ortoclásio e piroxênio.
Triclínico	Triclínica	Rodonita

Fonte - Adaptado de Dana, 1974.

De acordo com Franco (1962, p.31), plano de simetria é o plano que passando pelo centro divide o cristal em duas metades simétricas. Portanto, temos duas imagens, sendo uma o espelho da outra.

Um eixo de simetria de rotação é uma linha imaginária que passa pelo cristal, em que se pode girar o cristal. Durante esse giro a mesma geometria repetirá duas ou mais vezes após uma rotação de 360°. Quando um cristal repete duas vezes a sua aparência durante uma rotação, diz-se que ele possui um eixo de simetria binária. Existem também eixos de simetria ternários (trigonais), quaternários (tetragonais), senários (hexagonais) e os unitários (onde não há repetição). (KLEIN e DUTROW, 2012)

Em relação ao centro de simetria diz-se que é o centro do cristal que dista em todas as direções, de pontos iguais. Reforçando essa ideia, Dana (1974, p. 19, v.1)

salienta que um cristal tem um centro de simetria, quando uma linha imaginária pode ser passada de um ponto qualquer sobre sua superfície através de seu centro, achando-se, sobre ela, um ponto semelhante, a uma distância igual além do centro.

Segundo Dana (1974, p.19) o eixo de simetria de inversão rotatória, combina uma rotação em um eixo com inversão através do centro. Existem também eixos de inversão rotatória binários, ternários, quaternários e senários.

Existem 32 classes cristalinas que são agrupadas nestes seis sistemas cristalinos.

O quadro 2 retrata os eixos, ângulos entre os eixos e classes cristalinas referente a cada sistema.

Quadro 2 - Eixos, ângulos entre os eixos e classes cristalinas.

Sistema cristalino	Eixos	Ângulos entre os eixos	Classe cristalina
Cúbico	$a=b=c$ $a_1=a_2=a_3$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	Hexaoctaédrica Giroédrica Hexatetraédrica Diploédrica Tetartoédrica
Tetragonal	$a=b\neq c$ $a_1=a_2\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	Bipiramidal-ditetragonal Trapezoédrica-tetragonal Piramidal-ditetragonal Escalenoédrica-tetragonal Bipiramidal-tetragonal Piramidal-tetragonal Biesfenoédrica-tetragonal Bipiramidal-rômbica
Ortorrômbico	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	Biesfenoédrica-rômbica Piramidal-rômbica
Monoclínico	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ\neq\beta$	Prismática Esfenoédrica Domática
Triclínico	$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma$	Pinacoidal Pedial
Romboédrica	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$	Escalenoédrica-hexagonal Trapezoédrica-trigonal Piramidal-ditrigonal Romboédrica Piramidal-trigonal
Hexagonal	$a=b\neq c$ $a_1=a_2=a_3\neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ$ $\gamma=120^\circ$	Bipiramidal-dihexagonal Trapezoédrica-hexagonal Piramidal-dihexagonal Bipiramidal-ditrigonal Bipiramidal-hexagonal Piramidal-hexagonal Bipiramidal-trigonal

Fonte - Adaptado de Dana, 1974.

Apenas a composição química, não é suficiente para a definição das propriedades de um mineral. Por exemplo, o elemento carbono pode originar tanto o diamante como a grafita, dependendo de sua estrutura cristalina. Assim, a composição química e a estrutura cristalina definem um mineral.

3.3 Identificação das propriedades físicas dos minerais

A identificação dos minerais fundamenta-se no estudo de suas propriedades físicas básicas como densidade, dureza, cor, clivagem e brilho. Como também propriedades complexas como as propriedades magnéticas, óticas e elétricas. A determinação dessas propriedades dos minerais é de extrema importância para a sua identificação.

As propriedades físicas possuem uma relação com a composição química dos minerais. Possibilitando, uma conclusão em relação à sua estrutura cristalina e composição química, simplificando o processo de identificação.

Além do mais, podemos citar alguns minerais que possuem utilização exclusivamente devido as suas propriedades físicas como o diamante, que devido a sua alta dureza é muito utilizado como abrasivo.

Algumas propriedades físicas são devido à estrutura cristalina presente no mineral como fratura, dureza, clivagem. Já outras são reflexos de sua composição como cor, traço. Ainda temos umas propriedades que dependem tanto das propriedades físicas quanto do tipo de átomo presente no mineral, como brilho, densidade, magnetismo. (DANA, 1974, v.1)

Na maioria das vezes conseguimos identificar os minerais apenas por suas propriedades físicas, sem precisar utilizar métodos mais complexos, como por exemplo, o raio-X que é utilizado para identificar a estrutura cristalina do mineral ou uma análise química, para identificar sua composição química. (KLEIN e DUTROW, 2012).

3.3.1 Propriedades que dependem da estrutura cristalina

A dureza trata-se da resistência de um mineral ao risco ou à abrasão. É possível determinar a dureza de um mineral, observando se a superfície do mineral é riscada por outro material, que possui dureza conhecida. Dana (1974, v.1) postula

que a diferença da dureza dos minerais é devido à força de ligação entre os átomos, moléculas ou íons. Portanto, quanto mais duro o mineral, mais forte são as ligações entre os átomos. Klein e Dutrow (2012, p.56) complementam, afirmando que “Dureza é a resistência que uma superfície lisa de um mineral oferece ao ser riscada.”

A *escala de dureza de Mohs* foi proposta em 1822 pelo mineralogista austríaco F. Mohs, a qual é composta por dez minerais, que estão dispostos em ordem crescente. Ou seja, do mais macio para o mais duro. O quadro 3 retrata a *escala de dureza de Mohs*. (KLEIN e DUTROW, 2012)

Quadro 3 - Escala de dureza de Mohs.

Dureza de Mohs	Mineral
1	Talco
2	Gipsita
3	Calcita
4	Fluorita
5	Apatita
6	Ortoclásio
7	Quartzo
8	Topázio
9	Coríndon
10	Diamante

Fonte - Adaptado de KLEIN e DUTROW, 2012.

A clivagem é uma propriedade associada à ligação existente entre os átomos de um cristal e ocorre paralelamente aos planos dos átomos. Um mineral possui clivagem quando, aplicando-se uma força, ele se rompe de modo a produzir superfícies planas e lisas, definidas e paralelas entre si. (DANA, 1974, v.1)

Klein e Dutrow (2012, p.54) postulam que “A clivagem é descrita pela sua qualidade (perfeita, boa, regular, má, ausente), pelo número de direções de clivagem (1 a 6) e pela orientação dos planos de clivagem.”

Em relação à qualidade de clivagem podemos dizer que ela é perfeita, quando ela fratura facilmente formando superfícies planas, lisas e paralelas entre si, como as micas. A clivagem é boa, quando as superfícies de clivagem não são muito contínuas, existe certa dificuldade para clivar-se e nem todos os fragmentos apresentam superfícies lisas e planas. A clivagem é chamada de má, quando é difícil de ver e suas superfícies são pouco desenvolvidas, como no berilo. Já a clivagem regular, apresenta característica da clivagem boa e da má, a superfície gerada é

meio ondulada e difícil de ser obtida. Em alguns minerais a clivagem é ausente, como é o caso do quartzo. (KLEIN e DUTROW, 2012)

Ernst (1988, p.33) chega à conclusão de que é favorável a visão de que qualquer plano de fratura coincidente em orientação com a face de cristal que é chamada de plano de clivagem. A clivagem reflete planos de fraqueza na estrutura e é geralmente perpendicular às direções nas quais as ligações são de baixa densidade e de baixa resistência.

Para descrever a clivagem é preciso identificar o número de direções de clivagem. Para Klein e Dutrow (2012) teremos:

- Basal ou pinacoidal: 1 plano de clivagem paralelas às faces basais. Exemplo: topázio.
- Prismática: 2 planos de clivagem paralelas às faces laterais do prisma. Exemplos: piroxênio e feldspato.
- Romboédrica: 3 planos de clivagem paralelas à face do romboedro. Exemplo: calcita.
- Cúbica: 3 planos de clivagem paralelas à face do cubo. Exemplo: galena.
- Octaédrica: 4 planos de clivagem paralelas à face do octaedro. Exemplo: fluorita.
- Rombododecaédrica: 6 planos de clivagem. Exemplo: esfalerita.

Segundo Klein e Dutrow (2012) chamam de fratura quando o material se rompe, mas isto não ocorre ao longo de planos de clivagem ou partição. Ampliando essa discussão Ernest (1988, p.34), defende que toda quebra de um mineral segundo uma superfície não coincidente com um possível plano cristalográfico, é denominada fratura. Numa fratura, as ligações químicas são rompidas de um modo irregular não relacionado à simetria da estrutura interna. Existem 4 padrões de fraturas, que são determinados pela aparência. O quadro 4 exemplifica cada um deles.

A partição é quando a ruptura de um mineral ocorre ao longo de superfícies de menor resistência. Klein e Dutrow (2012, p. 55), salienta que a partição distingue-se da clivagem pelo fato de ela não é observada em todos os espécimes de um mesmo mineral, mas apenas por aqueles que tenham sido submetidos à pressão apropriada.

Quadro 4 - Padrões de fratura.

Padrões de fraturas	Descrição	Exemplo de mineral
Conchoidal	Forma superfícies lisas, curvas e côncavas, semelhantes ao interior de uma concha	Quartzo
Serrilhada	O mineral se rompe segundo uma superfície dentada, parecendo uma faca de pão	Calcopirita
Fibrosa ou estilhaçada	O mineral se rompe formando fibras ou estilhaços	Serpentina
Fratura desigual ou irregular	O mineral se rompe formando superfícies irregulares	Feldspato

Fonte - autoria própria.

A tenacidade mede a coesão do mineral, ou seja, resistência a ser quebrado, dobrado ou esmagado. A tenacidade dos minerais pode ser descrita conforme o quadro 5.

Quadro 5 - Descrição tenacidade de um mineral.

Termo	Descrição	Exemplo de mineral
Quebradiço ou frágil	O mineral rompe ou é pulverizado com facilidade	Calcopirita
Maleável	Através do impacto, o mineral pode ser transformado em lâminas	Ouro
Séctil	O mineral pode ser cortado por uma lâmina de aço	Calcocita
Dúctil	O mineral pode ser estirado formado fios	Prata
Flexível	O mineral pode ser curvado, mas não volta à sua forma inicial após ser cessado a pressão	Cobre
Elástico	O mineral pode ser curvado, voltando à sua forma original quando a força aplicada cessa	Micas

Fonte - autoria própria.

A densidade relativa de um mineral é uma relação direta que expressa à razão entre o peso do mineral e o peso de um volume igual de água a 4°C (nesta temperatura e sob pressão de uma atmosfera a água tem maior densidade). (ERNST, 1988, p.35)

De acordo com Dana (1974, p. 163, v.1), a densidade relativa de uma substância cristalina depende de dois fatores: a espécie de átomos de que é composto e a maneira pela qual os átomos estão arranjados entre si.

A densidade relativa média, segundo Klein e Dutrow (2012, p.59) é uma noção do peso relativo do mineral, que é adquirida pelo levantamento com a mão.

O hábito é a forma que o mineral apresenta na natureza, incluindo as suas irregularidades de crescimento. O mesmo reflete o arranjo interno dos átomos. O hábito do cristal representa a relação da sua estrutura atômica com o ambiente em que ele se formou.

Abaixo temos uma lista dos principais termos utilizados para descrever o hábito dos cristais.

- Lamelar: mineral formado por várias lâminas sobrepostas de fácil separação, como o talco, a cianita e a mica;
- Tabular: mineral formado por várias lâminas sobrepostas, porém exigindo uma força maior para a sua separação. Formam-se placas achatadas, como na barita, no feldspato, e na hematita;
- Acicular: minerais que se apresentam na forma de agulhas, como o rutilo dentro do quartzo, algumas turmalinas e as cianitas;
- Capilar ou filiforme: minerais que se apresentam na forma de fios de cabelos, como algumas serpentinas;
- Maciço ou compacto: minerais que não apresentam forma definida, como a argila;
- Granular: minerais que apresentam um agregado de pequenos grãos, como a hematita;
- Compacto: minerais que apresentam uma granulação muito fina, como a hematita;
- Micáceo: mineral que se separa facilmente, formando placas finas, como nas micas.
- Drúsico: agregados de cristais de faces bem formadas. Chama-se geodo, uma drusa mais ou menos esférica. Os geodos formam-se pela cristalização de minerais revestindo as paredes de antigas bolhas de gases em rochas vulcânicas. Os minerais mais comuns que revestem as drusas são quartzo, calcita e zeólitas.
- Amigdalóides: agregado que apresenta grãos em forma de amêndoa. Que preenche vesículas, que são pequenas cavidades que representam antigas bolhas gasosas em rochas vulcânicas. Os minerais mais comuns são calcita, cobre nativo e zeólitas.

A geminação também chamada de macla consiste no intercrescimento de dois ou mais cristais de um mesmo mineral. Existem dois tipos de geminação, simples e múltipla. A geminação simples possui dois cristais intercrescidos. É o caso do mineral estaurolita, que possui geminação simples em forma de cruz. Já a geminação múltipla é polissintética, como exemplo tem a labradorita. (KLEIN e DUTROW, 2012)

3.3.2 Propriedades que dependem da luz

Em conformidade com Dana (1974, v.1) o brilho resulta da absorção, refração ou reflexão da luz pela superfície do mineral. De acordo com Klein e Dutrow (2012, p.49) “Brilho refere-se à aparência geral da superfície de um mineral sob luz refletida. Existem dois tipos distintos de brilho: metálico e não metálico.”

O brilho metálico, próprio e típico dos minerais opacos que refletem luz. Apresentam uma feição brilhante como um metal. A título de exemplo tem o ouro, a hematita, a calcopirita. Entretanto, o brilho submetálico é um brilho intermediário. Caracterizado por um brilho metálico menos intenso. Exemplos: hematita, psilomelano. (DANA, 1974, v.1)

Já o brilho não metálico é característico dos minerais transparentes ou translúcidos. Conforme suas características podem ser:

- Vítreo: que apresenta o aspecto de vidro. Característico dos minerais transparentes. Exemplos: berilo, turmalina.
- Adamantino: apresenta brilho muito forte, parece ter o brilho de um diamante. Exemplos: diamante, zircão.
- Resinoso: aparência semelhante ao de certas resinas. Exemplo: enxofre nativo.
- Sedoso: apresenta aspecto de seda. É o brilho particular de certos minerais que cristalizam sob forma de fibras. Exemplo: talco.
- Perláceo: apresenta brilho semelhante ao da pérola. Comum em minerais de clivagem perfeita. Exemplos: micas e calcita.
- Terroso: apresenta brilho fosco, embaçado como em solos. Os minerais que apresentam esse brilho dispersam completamente a luz. Característicos de minerais em estado de alteração. Exemplos: bauxita, limonita.

A cor dos minerais é dada pelos átomos que compõem os minerais. Sendo muito importante na identificação de minerais de brilho metálico, na maioria das vezes serve como uma propriedade distintiva. Contudo, alguns minerais de brilho não metálico podem apresentar cores variadas devido à impurezas em sua estrutura cristalina, neste caso a cor não ajuda na identificação.

A cor dos minerais resulta da absorção seletiva de certos comprimentos de ondas da região visível da luz branca, por alguns átomos de sua estrutura. A cor raramente é útil no diagnóstico de minerais por causa das impurezas que os mesmos possuem, bem como em consequência do estado de cristalinidade e de imperfeições estruturais que exercem ampla influência na cor resultante. (ERNST, 1988, p.35)

Dentre os autores que tratam dessa questão, destaca-se Azevedo (2013, p.68) que defende a posição de que

“A cor é uma importante propriedade dos minerais, pois suas variações muitas vezes permitem a distinção entre espécies. As variações de cor dos minerais ocorrem devido a uma série de fatores, não somente à presença de constituintes colorantes intrínsecos, mas também devido à presença de substâncias estranhas à sua composição química, além de fatores físicos, como defeitos na estrutura cristalina.”

Franco (1962) e Azevedo (2013) seguem a mesma linha de pensamento ao afirmarem que minerais alocromáticos, não apresentam cor característica sendo incolor em sua forma pura. Porém, os idiocromáticos são os minerais de cor própria, ou seja, aqueles no qual a cor é produzida essencialmente pelos elementos que o formam. É o caso da malaquita.

O traço retrata a cor do pó do mineral. Sendo de grande importância, pois a cor do mineral pode variar, entretanto o seu traço é constante. Portanto, o traço é uma propriedade diagnóstica. Os minerais que possuem dureza maior que a placa de traço ou que sejam transparentes e translúcidos, não deixam traço. (DANA, 1974, v.1)

A diafaneidade é capacidade que o mineral possui de permitir que a luz o atravesse. Nesta perspectiva, Klein e Dutrow (2012, p.49) atestam que “Minerais são comumente descritos em termos da quantidade de luz que eles podem transmitir.” Existem três termos que são utilizados para explicitar essa propriedade:

- Transparente: um mineral é considerado transparente quando o contorno de um objeto é visto perfeitamente através dele e é possível distinguir o mesmo. A título de exemplo temos quartzo e calcita.
- Translúcido: um mineral é chamado de translúcido quando a luz que chega consegue atravessá-lo, porém não é possível encher objetos através dele. Tendo como exemplo algumas variedades de gipsita.
- Opaco: um mineral é dito opaco, quando a luz não consegue atravessá-lo, mesmo nas bordas mais delgadas. A maior parte dos minerais metálicos é opaca.

3.3.3 Propriedades magnéticas

Adotando visões análogas, Franco (1962) e Klein e Dutrow (2012) consideram que alguns minerais possuem atração quando inserido em um campo magnético outros não. Eles podem tornar-se magnetizados ou não. Essa propriedade chama-se magnetismo, que pode ser classificada em:

- Diamagnético: são minerais que não apresentam atração pelo campo magnético, portanto, não se magnetizam. Eles repelem de seu interior as linhas de força do campo magnético no qual são dispostos. Como exemplo pode-se citar o quartzo, fluorita, halita.
- Paramagnético: são minerais que são atraídos pelo campo magnético quando o mesmo estiver presente. Tornam-se magnetizados quando colocados em um campo magnético. São minerais fracamente atraídos pelo ímã. A título de exemplo tem-se o rutilo, berilo. É importante lembrar que o caráter paramagnético varia para cada mineral, assim, cada mineral é atraído pelo ímã com uma intensidade diferente.
- Ferromagnético: são minerais que são atraídos pelo campo magnético. Que após a imantação, permanecem magnetizados permanentemente. Portanto, são intensamente atraídos por um ímã. A magnetita é um mineral ferromagnético.

3.3.4 Propriedades organoléticas

As propriedades organolépticas são aquelas em que se é possível identificar utilizando os sentidos humanos, são eles o olfato, o paladar e o tato. As propriedades são:

- Sabor: pode ser percebido apenas quando o mineral é solúvel em água.

Em relação ao sabor, os principais termos utilizados estão dispostos no quadro 6.

Quadro 6 - Termos usados para sabor.

Termo	Exemplo mineral
Salino	Halita
Adstringente	Alunita
Amargo	Silvita
Adocicado	Bórax

Fonte - autoria própria.

- Odor: alguns minerais apresentam cheiro, não sendo muito comum. Eles desprendem naturalmente um odor característico, porém outros necessitam ser aquecidos, friccionados, umedecidos, atacados por ácido para que seja possível nota-lo.

Os odores mais comuns são citados no quadro 7.

Quadro 7 - Termos utilizados para odor.

Termo	Descrição
Aliáceo	Lembra o cheiro de alho. Comum em compostos de arsênio, quando aquecidos e atritados.
Sulfuroso	Cheiro de enxofre queimado ou de ovo podre. Presente no enxofre nativo e nos sulfetos quando atritados e aquecidos.
Argiloso	Cheiro característico de argila molhada.
Betuminoso	Odor do betumem.
Fétido	Odor de hidrogênio sulfurado ou ovos podres. Sendo comum em certas variedades de quartzitos e calcários.

Fonte - autoria própria.

- Tato: quando se toca um mineral aprecia-se com o tato a textura ou a aspereza da superfície.

Sendo distinto pelos termos dispostos no quadro 8.

Quadro 8 - Termos usados para tato.

Termo	Exemplo mineral
Untoso	Talco
Áspero	Pirolusita
Sensação de frio	Quartzo
Suavidade	Serpentina capilar
Pegajoso	Argila

Fonte - autoria própria.

3.4 Classificação química dos minerais

Os minerais podem ser classificados de acordo com sua composição química. Eles podem fundamentar de apenas um elemento químico, como ouro, diamante, grafita ou de vários elementos químicos, podendo ser expresso na sua fórmula química. Por exemplo, o quartzo SiO_2 , significa que possui um átomo de silício e dois de oxigênio.

Segundo Klein e Dutrow (2012, p.358) “A composição química foi à base para a classificação dos minerais desde a metade do século XIX. De acordo com este esquema, os minerais são divididos em classes, dependendo do ânion ou grupo aniônico dominante.” Klein e Dutrow (2012) acrescenta que os minerais do mesmo grupo aniônico possuem semelhanças familiares muito fortes, além de tenderem a ocorrer juntos, em ambientes geológicos semelhantes.

Estas classes aniônicas podem se subdividir em grupos, constituídos por minerais que apresentam similaridade na estrutura cristalina e, portanto, propriedades físicas e químicas semelhantes. Para elucidar o exposto, pode-se fazer referência ao posicionamento de Klein e Dutrow (2012, p.358), que consideram que a classificação mineral deve estar baseada na composição química e estrutura interna, pois juntos representam a essência de um mineral e determinam suas propriedades físicas.

As divisões das classificações usadas neste trabalho foram baseadas em *7th ed. of Dana's System of Mineralogy and Strunz's of Mineralogische Tabellen*, são as seguintes: Elementos nativos; Sulfetos; Óxidos; Halóides; Carbonatos; Sulfatos e Cromatos; Fosfatos, Arseniats e Vanadatos; Tungstos e Molibdatos; Silicatos.

3.4.1 Elementos nativos

Os elementos nativos são aqueles minerais identificados na natureza no estado não combinado, ou seja, sob a forma de um único elemento químico, não possuem ânions definidores. Estes podem ser divididos em metais, semimetais e não metais.

Os metais nativos são os mais comuns, os mesmos exibem estrutura muito simples. Por sua vez, Dana (1974, v.1) assegura que todos os metais nativos são suficientemente inertes para ocorrerem livres na natureza. Sendo que os átomos destes cristais estão unidos em estrutura cristalina mediante ligação metálica relativamente fraca.

As propriedades semelhantes dos membros deste grupo originam-se da estrutura comum. Todos são relativamente moles; maleáveis; dúcteis e sécteis; excelentes condutores de calor e eletricidade; exibem brilho metálico e fratura serrilhada, tendo pontos de fusão bem baixos; isométricos; apresentam baixa dureza e alta densidade. (DANA, 1974, v.1)

Na classe dos metais encontrados ouro, prata, cobre.

Os semimetais formam um grupo com propriedades semelhantes. Possuem boa clivagem basal. São mais frágeis e piores condutores de calor e eletricidade do que os metais nativos. Estas propriedades refletem um tipo de ligação intermediária entre a metálica verdadeira e a covalente.

Pertencem a essa classe o arsênio e o bismuto.

Em conformidade com Klein e Dutrow (2012, p.361), os não metais nativos são muito diferentes dos metais e semimetais nativos. Faz parte dessa classe o enxofre, o diamante e a grafita.

3.4.2 Sulfetos

Bonewitz (2008) postula que os sulfetos representa a maioria dos minerais-minérios. Formado pelo grupo aniônico: S^{-2} , onde o metal ou semimetal combina com o enxofre.

Cuja fórmula geral dos sulfetos é $AmBn$, onde:

A - elementos metálicos;

B - elemento não metálico.

Apresentam traços coloridos e caracterizam-se fisicamente pelo seu aspecto metálico e densidade relativa elevada. Sendo a grande maioria opaca. (DANA, 1974, v.1)

A classe dos sulfetos é formada por um grande número de minerais, sendo o mais comum à pirita.

Os sulfetos podem ser divididos em simples e complexos. Os sulfetos simples apresentam apenas um metal na composição. Já os complexos contêm dois metais ou mais. (KLEIN e DUTROW, 2012)

3.4.3 Óxidos

Os óxidos são compostos nos quais o oxigênio combina com o metal ou semimetal. (BONEWITZ, 2008)

Essa classe é de grande importância econômica, pois se encontra a maioria dos minérios de metais. Dentre eles o minério de ferro (hematita), de cromo (cromita), de manganês (pirolusita e psilomelano), de estanho (cassiterita) e de alumínio (bauxita). (DANA, 1974, v.1)

Os óxidos classificam-se em óxidos simples, óxidos múltiplos, óxidos contendo hidroxila e hidróxidos. Os ânions definidores são íon oxigênio, O^{2-} e o íon hidroxila, OH^- . (DANA, 1974, v.1)

3.4.4 Halóides

Abarcando a posição de Bonewitz (2008), mas adicionando outras características de Dana (1974), a esta classe pertencem os fluoretos, cloretos, brometos e iodetos com os seguintes íons halogênicos eletronegativos: F^- , Cl^- , Br^- e I^- , que são os ânion definidores dessa classe mineral que combinados com um metal ou semimetal formando um halóide. Os íons são grandes, com carga fraca e são polarizados facilmente.

Os halóides possuem ausência de brilho metálico e os minerais referentes a essa classe são solúveis em água. As espécies mais importantes originam-se por cristalização na água do mar, em lagos salgados ou em desertos. São os minerais que formam os sais naturais. (DANA, 1974)

A halita pertencente a essa classe é muito utilizada no dia a dia, como sal de cozinha.

3.3.5 Carbonatos

São minerais formados por carbono e oxigênio na forma do íon carbonato, CO_3^{2-} , combinado com um metal ou semimetal. Klein e Dutrow (2012) postulam que os carbonatos possuem ligações muito fortes e não compartilham oxigênio entre si.

Dana (1974, p.355, v.2), alerta que quando o carbono se une ao oxigênio, possui tendência forte a ligar-se com dois átomos de oxigênio compartilhando dois de seus quatro elétrons de valência com cada um para formar uma molécula de dióxido de carbono.

Um dos minerais mais importantes dessa classe é a calcita, que trata de um dos minerais não-silicáticos mais abundantes na crosta terrestre.

3.3.6 Sulfatos e cromatos

Segundo Dana (1974, v.2) vale advertir que os sulfatos podem ser anidros ou básicos e hidratados, mas todos possuem o grupo aniônico SO_4^{2-} . Press et al. (2006, p.88), vai além, considerando que esse grupo aniônico trata-se de um tetraedro composto por um átomo central de enxofre circundado por quatro íons de oxigênio, O^{2-} .

Em conformidade com Dana (1974, p.387, v.2), os sulfatos anidros mais importantes e mais comuns são os membros do grupo da barita.

Um grande número de minerais pertence a esta classe, mas somente uns poucos são comuns. Um dos minerais mais abundantes desse grupo é a gipsita, que formada quando a água do mar evapora.

3.3.7 Fosfato, arseniatos e vanadatos

Esta classe mineral é muito grande, mas a maioria de seus minerais é rara. Onde apenas a apatita é considerada um mineral comum. (KLEIN e DUTROW, 2012)

Possuem um radical oxigênio e um de arsênio, fósforo ou vanádio combina com um metal ou semimetal. (BONEWITZ, 2008)

3.3.8 Tungstatos e molibdatos

O molibdênio ou tungstênio forma um radical com o oxigênio que combina com um metal ou semimetal. (BONEWITZ, 2008)

Composta por um número reduzido de minerais compreende um grupo com 42 minerais. (KLEIN e DUTROW, 2012)

3.3.9 Silicatos

Bonewitz (2008) e Dana (1974, v.2) são consensuais ao tratarem dos silicatos. Segundo eles, sílica e oxigênio combinado com metais ou semimetais. Caracterizam pelo grupo aniônico SiO_4^{4-} .

Dentre os autores que tratam dessa questão, destaca-se Dana (1974, v.2), que defende que os silicatos contêm vários elementos químicos dos quais os mais comuns são sódio, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e ferro.

É o maior grupo dos minerais, pois os silicatos são os minerais mais comuns na crosta terrestre. Estão presentes na maioria das rochas, por isso, são conhecidos como minerais formadores de rochas. Os mais comuns são quartzo, feldspato, piroxênio, anfibólio, micas, serpentina e clorita. Existem alguns que ocorrem em pequenas quantidades e são chamados de minerais acessórios, podemos citar como exemplo a turmalina e o zircão.

Os silicatos podem ser divididos em nesossilicatos, sorossilicatos, ciclossilicatos, inossilicatos, filossilicatos e tectossilicatos.

Os nesossilicatos, são tetraedros de SiO_4 , comum a todas as estruturas dos silicatos, estão isolados e unidos entre si somente por ligações iônicas, através dos cátions intersticiais. Ligados uns aos outros por ligações iônicas com os cátions intersticiais. (DANA, 1974, v.2)

A figura 4 ilustra o arranjo dos tetraedros dos nesossilicatos.

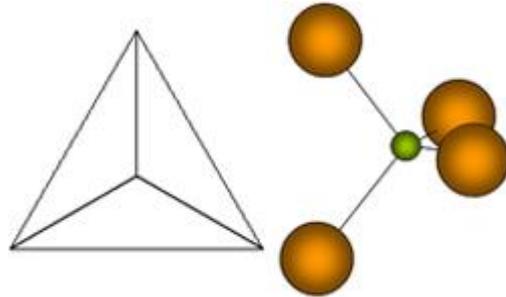


Figura 4 - Arranjo dos tetraedros nesossilicatos.
 Fonte - <http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=595&ordem=2>

Os sorossilicatos são caracterizados por grupos tetraédricos duplos formados por dois tetraedros de SiO_4 que compartilham o mesmo oxigênio apical. A razão entre silício e oxigênio resultante é 2:7. (KLEIN e DUTROW, 2012)

A figura 5 retrata o arranjo dos tetraedros dos sorossilicatos.

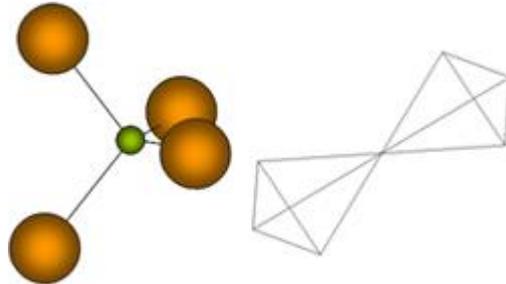


Figura 5 - Arranjo dos tetraedros sorossilicatos.
 Fonte - <http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=591&ordem=2>

Os ciclossilicatos contêm anéis de tetraedros de SiO_4 unidos, com uma razão $\text{Si}:\text{O} = 1:3$. Possuem configurações fechadas. (KLEIN e DUTROW, 2012)

A figura mostra 6, a configuração dos ciclossilicatos.

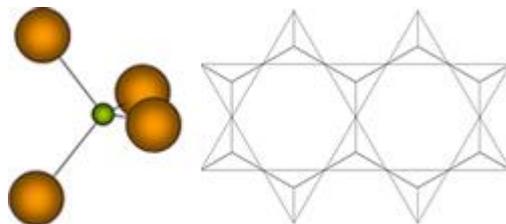


Figura 6 - Arranjo dos tetraedros ciclossilicatos.
 Fonte - <http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=602&ordem=2>

Os inossilicatos são formados por tetraedros que podem estar unidos em cadeias, compartilhando oxigênios com os tetraedros adjacentes. Essas cadeias simples podem então, unir-se lado a lado. (DANA, 1974, v.2)

A figura 7 retrata o arranjo dos inossilicatos.

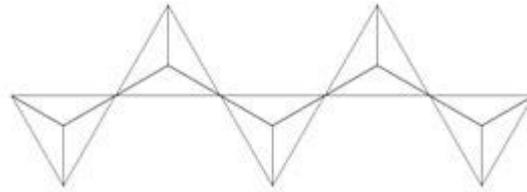


Figura 7 - Arranjo dos tetraedros inossilicatos.
 Fonte - <http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=467&ordem=2>

Já os filossilicatos a maioria dos seus membros tem hábito foliado ou lamelar e uma clivagem proeminente. Possuem baixa dureza e baixa densidade relativa. Predominância na estrutura de folhas de tetraedros SiO_4 que se estendem infinitamente. (KLEIN e DUTROW, 2012)

A figura 8 mostra a configuração dos tetraedros dos filossilicatos.

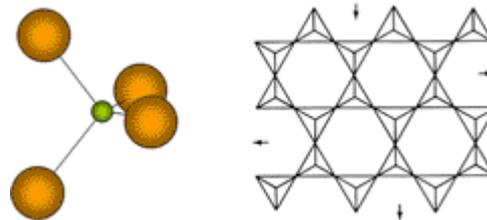


Figura 8 - Arranjo dos tetraedros filossilicatos.
 Fonte - <http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=479&ordem=2>

Os tectossilicatos formam uma rede tridimensional de tetraedros de SiO_4 ligados entre si. Aproximadamente 64% da crosta terrestre são constituídos por minerais dessa sub-classe. (KLEIN e DUTROW, 2012)

Na figura 9 temos a configuração dos tetraedros de tectossilicatos.

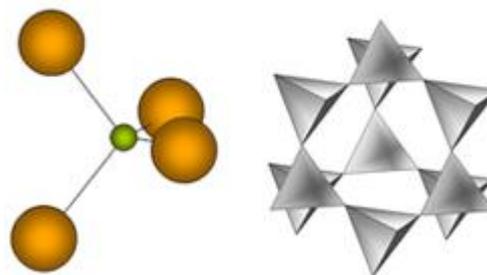


Figura 9 - Arranjo dos tetraedros tectossilicatos.
 Fonte - <http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/topico.asp?id=583&ordem=2>

O quadro 9 retrata a classificação dos silicatos proposta por H. Strunz.

Quadro 9 - Classificação dos silicatos.

Classe	Arranjo dos Tetraedros SiO ₄	Relação Si:O	Exemplo do mineral
Nesosilicatos	Isolados	1:4	Olivina
Sorosilicatos	Duplo	2:7	Hemimorfita
Ciclossilicatos	Anéis	1:3	Berilo
Inossilicatos	Cadeias (simples)	1:3	Enstatita
	Cadeias (duplas)	4:11	Tremolita
Filossilicatos	Folhas	2:5	Talco
Tectossilicatos	Estruturas tridimensionais	1:2	Quartzo

Fonte - Adaptado DANA, 1974.

5 ESTRUTURA DO CATÁLOGO E METODOLOGIA

A base deste trabalho está no estudo do acervo do laboratório de Mineralogia, Petrografia e Geologia do CEFET-MG.

Inicialmente, efetua-se uma ampla pesquisa sobre o assunto, a fim de apresentar de forma detalhada a organização dos minerais em suas classes. Como também tornar possível a realização de um inventário das amostras existentes no laboratório.

Em cada amostra realiza-se uma análise para determinação de suas características marcantes, como clivagem, brilho, cor, traço, fratura, hábito. A partir desses parâmetros, torna-se possível, através da comparação com literaturas específicas de mineralogia, classificar as amostras e nomeá-las.

Após a identificação, fotografa-se a amostra e nela fixa-se uma etiqueta com o código pertencente àquela amostra.

A etiqueta é confeccionada da seguinte forma:

MXZnnnn, onde:

M: mineral

X: classe

Z: subclasse

n: número do mineral

O código apresenta o seguinte padrão:

MXZnnnn

O primeiro dígito, M, é padrão, simbolizando que a amostra trata-se de um mineral. O segundo dígito, X, indica a classe mineral a qual pertence, podendo ser A (elementos nativos), B (sulfetos), C (óxidos), D (haloides), E (carbonatos), F (sulfatos e cromatos), G (fosfatos, arseniados e vanadatos), H (tungstos e molibdatos), I (silicatos) ou J (mineralóide). O terceiro dígito, Z, pode adotar as letras A, B, C, D, E ou F e se refere a subclasse da amostra, dependendo do tipo de mineral. Já os últimos quatro dígitos, n, indica a numeração das amostras. Sendo que a mesma trata-se de uma numeração continua para as amostras da mesma subclasse que se inicia em 0001 podendo chegar até 9999. Para uma subclasse diferente reinicia-se a contagem. O quadro ilustra o sistema de codificação adotado.

Quadro 10 - Sistema de codificação.

1º DÍGITO	2º DÍGITO	3º DÍGITO
M	A (elementos nativos)	A (metais nativos)
		B (não metais nativos)
		C (semimetais nativos)
	B (sulfetos)	A (simples)
		B (complexos)
	C (óxidos)	A (simples)
		B (hidroxila e hidróxidos)
		C (múltiplos)
	D (haloides)	A (cloretos)
		B (fluoretos)
		C (brometos)
		D (iodetos)
	E (carbonatos)	A (simples)
B (complexos)		
C (hidroxila e hidróxidos)		
F (sulfatos e cromatos)	A (anidros)	
	B (hidratados e básicos)	
G (fosfatos, arseniats e vanadatos)	A (hidratado)	
	B (simples e complexos)	
H (tungstatos e molibdatos)	A (tungstatos)	
	B (molibdatos)	
I (silicatos)	A (nesossilicatos)	
	B (sorossilicatos)	
	C (ciclossilicatos)	
	D (inossilicatos)	
	E (filossilicatos)	
	F (tectossilicatos)	
J (mineralóide)	A (colofano)	

Fonte - autoria própria.

Para identificação de alguns minerais, sendo que alguns estão presentes em rochas, fez-se necessário à utilização de lupa, para contemplar de perto os minerais a fim de facilitar sua identificação; vidro e unha, para testar a dureza dos minerais; ímã de mão, para reconhecimento do magnetismo da amostra; porcelana, para caracterização do traço do mineral e, eventualmente solução de ácido clorídrico, para identificação de minerais carbonáticos.

A figura 10 ilustra a utilização de ácido clorídrico para identificação de minerais carbonáticos.



Figura 10 - Utilizando ácido clorídrico para identificação de minerais carbonáticos.
Fonte – autoria própria.

Na prática desse trabalho, a dureza é determinada por comparação. Riscando-se a superfície de um mineral utilizando a unha, que possui dureza entre 2,0 e 2,5 ou riscando-se o mineral no vidro, cuja dureza está entre 5,0 e 5,5.

A figura 11 mostra o vidro sendo utilizado para testar a dureza do quartzo.



Figura 11 - Determinação de dureza.
Fonte - autoria própria.

Encontramos cinco situações distintas: o mineral é mais mole que a unha; o mineral apresenta dureza parecida com a unha; o mineral é mais duro que a unha e mais mole que o vidro; o mineral tem a dureza próxima do vidro e o mineral é mais duro que o vidro.

Adota-se como escala de comparação, a *escala de dureza de Mohs*, proposta em 1822 pelo mineralogista austríaco F. Mohs.

Para identificação da densidade, utiliza-se o quartzo (2,65) para estimar a densidade dos minerais de brilho não metálico e a magnetita (5,18) para os de brilho metálico e submetálico.

Em relação à cor é importante observar a cor de um mineral em uma superfície recente, ou seja, uma superfície que foi quebrada há pouco tempo. Devido superfícies muito antigas podem apresentar processos de alteração e oxidação mudando a cor original.

Na prática, esfrega-se o mineral em uma placa de porcelana branca e despolida, obtendo assim o traço. A dureza da porcelana é 6, portanto minerais com dureza maior que 6, não deixarão traços.

A figura 12 retrata a identificação do traço de um mineral.



Figura 12 - Identificação traço mineral.
Fonte - autoria própria.

Para definir o magnetismo do mineral utiliza-se um pequeno ímã de mão para identificar o magnetismo nos minerais.

A figura 13 mostra a investigação de magnetismo de uma das amostras estudadas.



Figura 13 - Investigação de magnetismo.
Fonte - autoria própria.

O catálogo conta com uma descrição geral para todas as amostras do mesmo mineral, conforme a figura 14. É possível encontrar as fotos pertencentes ao mesmo e seu registro de acordo com a peça da coleção.

<p>2.1.1 – OURO</p> <p>FÓRMULA QUÍMICA – <u>Au</u></p> <p>COMPOSIÇÃO – Ouro pode estar associado prata, cobre, ferro; traços de bismuto, chumbo, estanho, zinco e platina. A maioria dos ouros contém 10% de metais.</p> <p>CRISTALOGRAFIA – Isométrico.</p> <p>BRILHO – Metálico.</p> <p>CLIVAGEM – Ausente.</p> <p>COR – Amarelo-dourado, tornando cada vez mais pálido na presença de prata.</p> <p>DUREZA – 2,5 a 3.</p> <p>DENSIDADE RELATIVA – 19,3; quando puro. A presença de outros metais diminui a densidade relativa que pode baixar até 15.</p> <p>FRATURA – Serrilhada.</p> <p>HÁBITO – Cúbico, octaédrico, maciço (pepitas), <u>dentrícos</u>, folhas, placas, <u>arborecente</u>, escamas e massas irregulares.</p> <p>TRAÇO – Amarelo.</p> <p>PROPRIEDADES DIAGNÓSTICAS – Insolubilidade no ácido nítrico, densidade relativa alta, cor, dureza, <u>sectilidade</u>, associação mineral e solubilidade em água régia.</p>	<p>OUTRAS PROPRIEDADES – Muito maleável e dúctil; opaco; muito pesado, densidade relativa alta.</p> <p>APLICAÇÕES – O principal uso do ouro, utilizado como padrão monetário.</p> <p>Outros usos: joalheria, instrumentos científicos, galvanoplastia, folha de ouro e na odontologia.</p> <p>AMOSTRAS</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="922 1272 1171 1487"> </td> <td data-bbox="1192 1272 1441 1487"> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="922 1487 1171 1541"> <p>MAA0001 Ouro em quartzito</p> </td> <td data-bbox="1192 1487 1441 1541"> <p>MAA0002 Ouro em quartzito</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="922 1541 1171 1711"> </td> <td data-bbox="1192 1541 1441 1711"> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="922 1711 1171 1765"> <p>MAA0003 Ouro em quartzito</p> </td> <td data-bbox="1192 1711 1441 1765"> <p>MAA0004 Ouro em quartzito</p> </td> </tr> </table>			<p>MAA0001 Ouro em quartzito</p>	<p>MAA0002 Ouro em quartzito</p>			<p>MAA0003 Ouro em quartzito</p>	<p>MAA0004 Ouro em quartzito</p>
<p>MAA0001 Ouro em quartzito</p>	<p>MAA0002 Ouro em quartzito</p>								
<p>MAA0003 Ouro em quartzito</p>	<p>MAA0004 Ouro em quartzito</p>								

Figura 14 - Apresentação catálogo.
Fonte - autoria própria.

6 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

6.1 Elementos nativos

Neste trabalho, os elementos nativos estão divididos em metais nativos e não metais nativos.

6.1.1 Metais nativos

Os metais nativos são minerais que ocorrem isoladamente na natureza, sendo os mais comuns entre os elementos nativos.

Os mesmos são excelentes condutores de calor e eletricidade; maleáveis, sécteis e dúcteis. Apresentam brilho metálico, baixa dureza e alta densidade.

Todos os minerais desse grupo são cristalizados no sistema cristalino isométrico.

Dentre os metais nativos, encontra-se no laboratório: ouro e cobre. Sendo que o mesmo possui 7 amostras de ouro e 6 de cobre. A relação de etiquetas utilizadas encontra-se no apêndice B, quadro 11.

6.1.2 Não metais nativos

São muito diferentes dos metais nativos. Cristalizam-se em uma variedade de estruturas.

Possui baixa condutividade elétrica e térmica, baixa densidade, brilho não metálico e não são maleáveis.

Dentre os não metais nativos estão presentes no laboratório: enxofre, grafita e diamante. Que apresentam as respectivas quantidades de amostras 5, 7 e 4. Cujas descrições das etiquetas situa-se no apêndice B, quadro 12.

6.2 Sulfetos

Neste caso os sulfetos estão agrupados em sulfetos simples e sulfetos complexos. É nesta classe que se encontra a maioria dos minerais metálicos.

Grande parte dos sulfetos possui traços coloridos e são opacos com cores distintas.

6.2.1 Sulfetos simples

Os sulfetos simples são caracterizados por possuírem apenas um metal ou semimetal em sua composição.

Apresentam densidade relativa alta e são caracterizados pela aparência de metal.

Os minerais pertencentes a essa classe cristalizam-se em diversos sistemas cristalinos.

Depara-se no laboratório com 12 amostras de galena, 6 de esfalerita, 29 de pirita, 1 de marcassita, 9 de pirrotita, 2 de molibdenita, 6 de cinábrio e 4 de estibnita. A relação de etiquetas localiza-se no apêndice B, nos quadros 13 e 14.

6.2.2 Sulfetos complexos

Os sulfetos complexos são definidos por apresentarem dois ou mais metais (ou semi-metal) em sua composição.

Entre os sulfetos complexos, no laboratório depara-se com arsenopirita, pentlandita, calcopirita e bornita. Sendo que o laboratório apresenta 14 amostras de arsenopirita, 6 de pentlandita, 15 de calcopirita e 1 de bornita. A lista com as etiquetas utilizadas localiza-se no apêndice B, quadro 15.

Os sulfetos complexos possuem aspecto metálico e densidade elevada. Cristalizam-se em sistemas cristalinos diversos.

6.3 Óxidos

Agrupou-se os óxidos encontrados no laboratório em óxidos simples, óxidos com hidroxilas e hidróxidos, óxidos múltiplos.

Nesta classe, situam-se minerais minérios de grande importância econômica.

6.3.1 Óxidos simples

Os óxidos simples são compostos por um metal e oxigênio.

Cristalizam-se nos sistemas tetragonal, trigonal e isométrico. Demonstram dureza e densidade relativa alta.

Em relação aos óxidos simples situam-se coríndon, rutilo, hematita, magnetita, cassiterita e pirolusita.

O laboratório conserva 7 amostras de coríndon, 6 de rutilo, 34 de hematita, 26 de magnetita, 6 de cassiterita e 30 de pirolusita. Cujas informações das etiquetas utilizadas encontra-se no apêndice B, quadros 16 e 17.

6.3.2 Óxidos com hidroxilas e hidróxidos

Os óxidos com hidroxilas e hidróxidos são formados pela combinação de um ou mais elementos metálicos ligados ao radical (OH^-), que se caracterizam pela presença de OH^- ou H_2O .

Apesar de não ser mineral, a bauxita, de acordo com as bibliográficas levadas em consideração é tratada como óxido neste trabalho.

Depara-se no laboratório com 31 amostras de limonita, 9 de psilomelano, 14 de bauxita e 8 de goethita. A descrição das etiquetas situa-se no apêndice B, quadro 18.

6.3.3 Óxidos múltiplos

Os óxidos múltiplos são formados por dois ou mais metais.

Cristalizam-se nos sistemas isométrico ou trigonal. Possuem densidade relativa e dureza elevada.

Localizam-se no laboratório: 11 amostras de perovskita, 7 de cromita e 5 de ilmenita. E a descrição das etiquetas encontra-se no apêndice B, quadro 19.

6.4 Halóides

Quanto aos halóides identificados no laboratório agrupou-se em cloretos e em fluoretos.

Nesta classe os minerais são solúveis em água e não apresentam brilho metálico.

6.4.1 Cloretos

Os cloretos são formados pela combinação de um metal ou semimetal com o íon cloreto, Cl⁻.

Cristalizam-se no sistema isométrico.

Em relação aos cloretos o laboratório possui amostras de halita, silvita e carnalita. Sendo 9 e 7 amostras, respectivamente. Cujas relações de etiquetas situa-se no apêndice B, quadro 20.

6.4.2 Fluoretos

Os fluoretos são formados pela combinação de um metal ou semimetal com o íon fluoreto, F⁻.

Cristalizam-se no sistema isométrico.

No que se refere aos fluoretos, o laboratório apresenta apenas o mineral fluorita com 26 amostras. A informação das etiquetas utilizadas para identificação localizam-se no apêndice B, quadro 21.

6.5 Carbonatos

Dividiu-se os carbonatos identificados nesse estudo em carbonatos simples, carbonatos complexos e carbonatos com hidroxilas e hidróxidos.

6.5.1 Carbonatos simples

Possuem apenas um metal ou semimetal ligado ao íon carbonato, (CO₃)⁻².

Cristalizam-se nos sistemas trigonal e ortorrômbico.

Dentre os carbonatos simples encontram-se no laboratório: calcita, magnesita, rodocrosita, cerussita e aragonita. Sendo 26, 28, 6, 2 e 1 amostras, nesta ordem. Cujas descrições das etiquetas localiza-se no apêndice B, quadros 22 e 23.

6.5.2 Carbonatos complexos

Caracterizam-se por apresentar dois ou mais metais ou semimetais ligados ao íon carbonato, $(\text{CO}_3)^{-2}$.

Levando em consideração os carbonatos complexos existentes no laboratório do CEFET-MG, encontra-se apenas a dolomita. Que se cristaliza no sistema isométrico.

O laboratório conta com apenas 14 amostras. Cujas etiquetas encontra-se no apêndice B, quadro 24.

6.5.3 Carbonatos com hidroxilas e hidróxidos

Caracterizam-se por apresentar dois ou mais metais ou semimetais ligados ao íon carbonato, $(\text{CO}_3)^{-2}$ juntamente com a presença de OH^- ou H_2O .

No laboratório de Mineralogia, Petrografia e Geologia acham-se os carbonatos com hidroxilas e hidróxidos: malaquita e azurita, que são minerais cristalizados no sistema monoclinico. Com 14 e 6 amostras, na devida ordem. A informação das etiquetas situa-se no apêndice B, quadro 25.

6.6 Sulfatos

Com relação aos sulfatos, estão presente no laboratório: anidros e hidratados.

6.6.1 Anidros

No laboratório a maioria dos sulfatos anidros são baritas. Com exceção apenas de uma amostra de crocoíta. A barita é cristalizada no sistema cristalino ortorrômbico, já a crocoíta é cristalizada no sistema monoclinico.

Conta-se com 67 amostras de barita e apenas uma de crocoíta. A listagem das etiquetas localiza-se no apêndice B, quadro 26.

6.6.2 Hidratados

Os sulfatos hidratados possuem em sua composição água.

No laboratório depara-se com gipsita e calcantita. Cristalizadas nos sistemas monoclinico e triclinico, respectivamente.

O inventário dessas amostras registra que o laboratório apresenta 22 amostras de gipsita e 1 de calcantita. O inventário dessas amostras está retratado no apêndice B, quadro 27.

6.7 Fosfatos, arseniados e vanadatos

Levando em consideração os fosfatos, arseniados e vanadatos agruparam-se em: hidratados, simples e complexos.

Sabe-se que a maioria de seus minerais são raros.

6.7.1 Hidratados

Os minerais dessa classe contém água em sua composição.

Encontra-se amostras no laboratório de wavellita e vivianita. Por essa ordem com 11 e 2 amostras. A relação de etiquetas situa-se no apêndice B, quadro 28.

A wavellita cristaliza-se no sistema ortorrômbico e a vivianita no monoclinico.

6.7.2 Simples e complexos

Os minerais simples e complexos dessa classe contém um ou mais elementos químicos ligados ao grupo aniônico, PO_4 .

Tem-se no laboratório apatita, ambligonita e piromorfita. Sendo que o mesmo possui 12 amostras de apatita, 1 de ambligonita e 2 de piromorfita. A informação das etiquetas utilizadas encontra-se no apêndice B, quadro 29.

6.8 Tungstatos

Em relação aos tungstatos, que são minerais formados pela combinação de um metal ou semimetal com o complexo aniônico $(WO_4)^{2-}$.

6.8.1 Wolframita

Localiza-se no laboratório apenas o mineral wolframita, entre os tungstatos. Com somente 3 amostras. Cujas etiquetas localiza-se no apêndice B, quadro 30.

6.9 Silicatos

Agruparam-se os silicatos identificados nesse estudo em nesossilicatos, sorossilicatos, ciclossilicatos, inossilicatos, filossilicatos e tectossilicatos.

6.9.1 Nesossilicatos

Os nesossilicatos são tetraedros de SiO_4 que estão isolados e unidos entre si.

Os minerais desta classe cristalizam-se em diversos sistemas cristalinos.

Catalogou-se cianita, grupo das granadas, willemita, grupo das olivinas, zandalusita, estauroлита, topázio e zircão. Que apresentam as respectivas quantidades de amostras 26, 11, 18, 11, 6, 10, 3 e 1. A listagem das etiquetas localiza-se no apêndice B, quadros 31 e 32.

6.9.2 Sorossilicatos

Caracteriza-se por grupos tetraédricos duplos isolados formados por dois tetraedros SiO_4 compartilhando entre si um único oxigênio.

Encontra-se no laboratório do CEFET-MG: Calamina que é também conhecida como hemimorfita. A qual se cristaliza no sistema ortorrômbico.

O laboratório possui 21 amostras desse mineral. A enumeração das etiquetas situa-se no apêndice B, quadro 33.

6.9.3 Ciclossilicatos

Os ciclossilicatos são formados por anéis fechados de tetraedros de sílica.

Encontra-se no laboratório do CEFET: 30 amostras de turmalina, 10 amostras de crisocola e 2 de berilo. A lista de etiquetas está relacionada no apêndice B, quadro 34.

6.9.4 Inossilicatos

Os inossilicatos são formados por tetraedros de sílica unidos em cadeias, compartilhando oxigênios com outros tetraedros. Essas cadeias simples podem unir-se.

Dentre os inossilicatos encontra-se no laboratório: minerais do grupo dos anfibólios, do grupo dos feldspatos e a rodonita. O mesmo apresenta 19, 18 e 16 amostras, respectivamente. O inventário dessas amostras está retratado no apêndice B, quadro 35.

6.9.5 Filossilicatos

Os filossilicatos possuem três dos quatro oxigênios de cada tetraedro de sílica compartilhados com tetraedros vizinhos, formando folhas. Apresentam baixa dureza e densidade relativa.

Dentre os filossilicatos estão presentes: argila, clorita, muscovita, flogopita, vermiculita, biotita, fushcita, talco, serpentina. Com 16, 7, 10, 24, 10, 28, 9, 36 e 33, citadas nesta mesma ordem. Cujas relações de etiquetas encontra-se no apêndice B, quadros 36, 37 e 38.

6.9.6 Tectossilicatos

Os tectossilicatos todos os íons de oxigênio em cada tetraedro de sílica são compartilhados com os tetraedros vizinhos

Grande parte da crosta terrestre é composta por esses minerais. Os quais encontram-se no laboratório: grupo das zeolitas, feldspatos, sodalita e quartzo.

O grupo das zeolitas possui 21 amostras, 35 de feldspatos, 8 sodalitas e 165 quartzo. A listagem de etiquetas situa-se no apêndice B, quadros 39 e 40.

6.10 Mineralóides

Já em relação aos mineralóides que são também chamados de amorfos o laboratório possui apenas o Colofano.

6.10.1 Colofano

Depara-se no laboratório 8 amostras de colofano. As etiquetas utilizadas para identificação encontram-se no apêndice, quadro 41.

6.11 Levantamento dos minerais do laboratório

No laboratório situam-se 1201 amostras de minerais catalogadas que estão divididas conforme o gráfico 1.

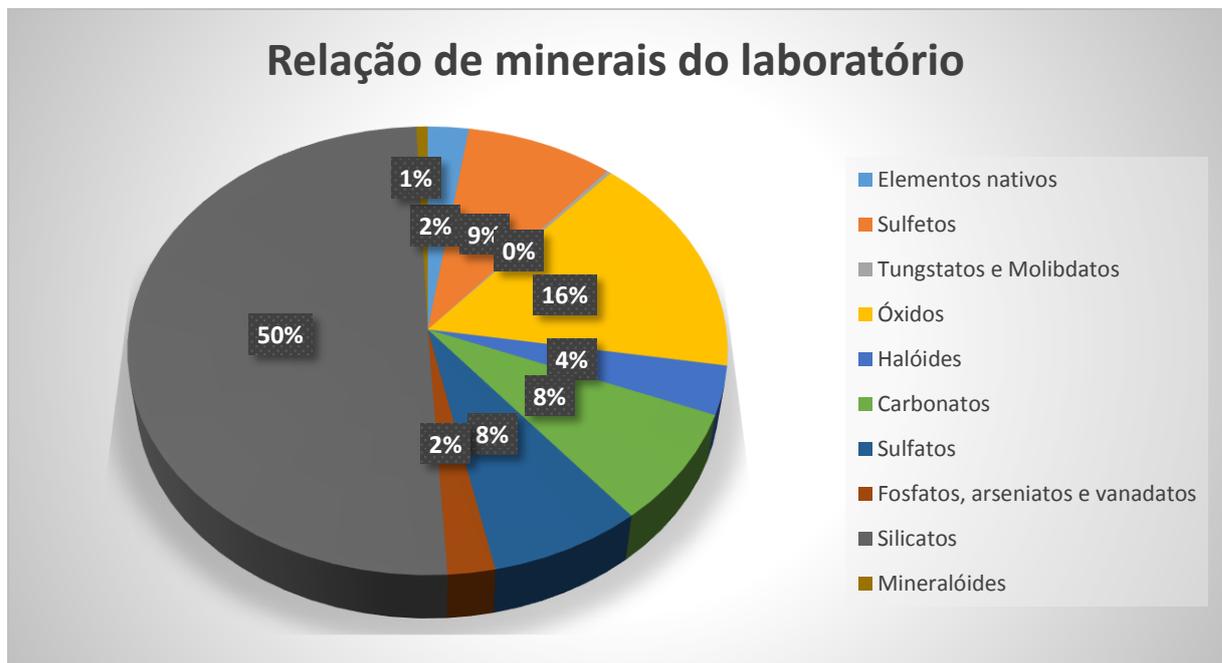


Gráfico 1 - Relação de minerais do laboratório.
Fonte - autoria própria.

A maior parte dos minerais catalogados do laboratório é composta por silicatos. Os quais a maioria deles é constituída de tectossilicatos, conforme mostra o gráfico 2.

Observa-se que laboratório possui uma vasta coleção de minerais, o qual apresenta grande importância para os cursos do CEFET-MG. Esse acervo é

constantemente renovado recebendo amostras de minerais que ainda não faziam parte desse patrimônio, como também ampliação do acervo de peças já existentes.

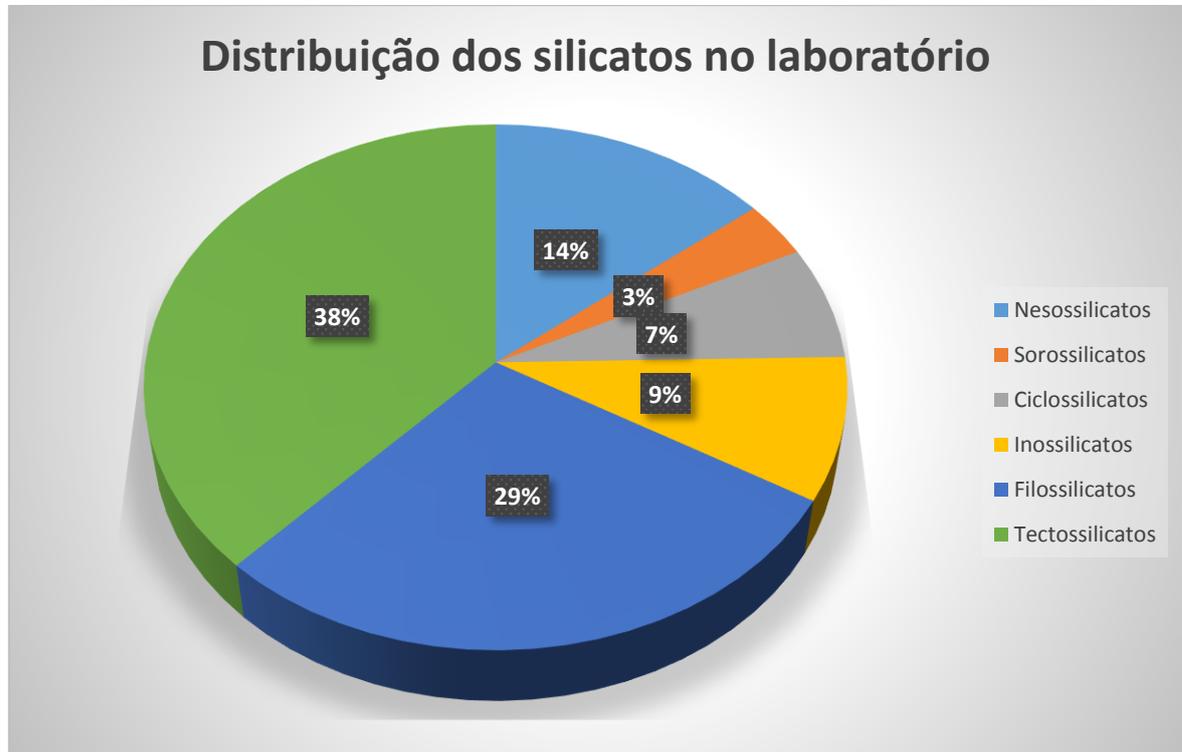


Gráfico 2 - Distribuição dos silicatos no laboratório.
Fonte - autoria própria.

6.12 Dificuldades obtidas

Devido ao pequeno intervalo de tempo utilizado para catalogação surgiram alguns imprevisto que não puderam ser corrigidos antes do trabalho ser finalizado. Dentre eles se encontra a perda de etiquetas utilizadas durante a catalogação, que por esse motivo algumas subclasses de minerais não apresentam numeração sequencial.

Outra dificuldade identificada foi a realização da fotografia de amostras de minerais de brilho metálico, principalmente minerais que apresentam a cor parecida com o dourado. A fotografia não ficou bem nítida, mostrando perfeitamente como o mineral é na realidade. Acredita-se que mudança na iluminação possa melhorar a qualidade da mesma.

7 CONCLUSÃO

Levando-se em conta o que foi observado, o laboratório conta com 1201 de minerais catalogados. Sendo que a maioria trata-se de silicatos.

Somos levados a acreditar, que a catalogação de amostras para atender a demanda de aulas práticas de unidades curriculares relacionadas ao Curso de Engenharia de Minas e Técnico em Mineração do CEFET-MG é de extrema importância para o aprendizado dos discentes, colaboração com o trabalho de professores, preservação do acervo e qualidade de acesso ao mesmo.

Entende-se que a facilitação de acesso das amostras através de fotos, proporciona ao aluno maior aprendizagem e facilidade de contato com as amostras do contingente.

Outro ponto importante que a criação do catálogo proporcionou, foi à simplicidade de controle do acervo dos minerais. Pois, tornou as amostras mais acessíveis, descomplicando a administração de entrada de novas amostras. Da mesma forma, facilita o controle de perdas de amostras minerais e também, torna possível o empréstimo de peças da coleção, que antes tinha dificuldade de ser realizado.

Apesar de todo esforço para que todas as amostras do laboratório estivessem presentes no catálogo estima-se que 90% dos minerais do laboratório estão representados no catálogo. A realização da catalogação de 100% das amostras não foi possível devido ao pequeno intervalo de tempo utilizado para organização do catálogo; disposição das amostras para confecção do mesmo, pois grande parte das amostras estava sendo utilizadas em aulas didáticas.

Levando em consideração as amostras catalogadas do laboratório. Acredita-se ser de grande importância a aquisição de novas amostras de minerais que apresentam pequena quantidade no laboratório, pois apenas uma ou duas amostras dificulta o estudo dos alunos principalmente em aulas práticas, onde são realizadas a compreensão e identificação de cada tipo de mineral. Como também a aquisição de amostras de minerais que ainda não estão representadas no acervo.

Como trabalhos futuros sugere-se a criação de jogos didáticos a partir das amostras do laboratório. Tornando o aprendizado mais agradável, espontâneo e compreensível ao aluno, como também os visitantes do CEFET-MG.

Criação de um banco de dados interativo, sendo muito importante para embasamento do trabalho de professores, alunos e pessoas que tenham interesse em conhecer mais sobre os minerais.

Disponibilizar imagens e dados via internet criando um museu virtual, pois a internet é uma grande fonte de pesquisa permitindo um fácil acesso ao acervo, como também ao conhecimento sobre os minerais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. D. P. de **Conservação de coleções geológicas utilizando o acervo do museu de geociências da USP**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Retirado de: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44144/tde-11122013-142746/pt-br.php>. Acesso em: 10 out. 2014.

BLOSS, F. F. **Crystallography and crystal chemistry: An introduction**. 2 ed. Washington: Mineralogical Society of America, 1994, p.545.

BONEWITZ, R. L. **Rocks & Minerals: The Definitive Visual Guide**. 1 ed. London: Dorling Kindersley, 2008, p.360.

BUNN, C. W. **Cristais: Seu papel na natureza e na ciência**. 3 ed. São Paulo: Editora Nacional, 1972, p.291.

DANA, J. **Manual de Mineralogia**. Volume 1. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1974, p.392.

DANA, J. **Manual de Mineralogia**. Volume 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1974, p.392-655.

ERNST, W. G. **Minerais e Rochas**. 1 ed. São Paulo: Edgard Blüvher Ltda., 1988, p.162.

FRANCO, R. R. **Noções de Mineralogia e Geologia**. Volume 1. 3 ed. São Paulo: Do Brasil S.A., 1962.

KRAUS, E. H.; HUNT, W. F.; RAMSDELL, L. S. **Mineralogy: An Introduction to the Study of Minerals and Crystals**. 5 ed. Tokyo: International Student Edition, 1959, p.561.

KLEIN, C.; HURLBUT, C. S. **Manual of Mineralogy**. 23 ed. New York: John Wiley & Sons, 2012, p.456.

KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de Ciência dos Minerais**. 23 ed. São Paulo: Bookman, 2012, p.724.

LAMANA, C. X. **Sistemas Cristalinos**. CPRM, 2015. Retirado de: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1279&sid=129>. Acesso em: 30 mar. 2015.

MADUREIRA F^o, J.B.; ATENCIO, D.; McREATH, I. Minerais e Rochas: Constituintes da Terra sólida. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M. de; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Coordenadores), Decifrando a Terra. São Paulo: Editora Oficina, 2000, p.28-42.

PADILHA, A. F. **Materiais de Engenharia: Microestrutura e Propriedades**. 1 ed. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 2007, p.352.

PRESS, F.; SILVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. 6. ed. São Paulo: Grupo A, 2006, p.557.

**APÊNDICE A - CATÁLOGO DO ACERVO DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE
GEOLOGIA MINERALOGIA E PETROGRAFIA**

APÊNDICE B - CÓDIGOS UTILIZADOS PARA CATALOGAR AS AMOSTRAS DE MINERAIS DO LABORATÓRIO DE GEOLOGIA MINERALOGIA E PETROGRAFIA

Quadro 11 - Amostras de metais nativos.

	Ouro	Cobre
	MAA0001	MAA0008
	MAA0002	MAA0009
	MAA0003	MAA0010
	MAA0004	MAA0011
	MAA0005	MAA0012
	MAA0006	MAA0013
	MAA0007	-
Total de amostras	7	6

Fonte - autoria própria.

Quadro 12 - Amostras de não metais nativos.

	Enxofre	Grafita	Diamante
	MAB0001	MAB0006	MAB0012
	MAB0002	MAB0007	MAB0013
	MAB0003	MAB0008	MAB0014
	MAB0004	MAB0009	MAB0015
	MAB0005	MAB0010	-
	-	MAB0011	-
	-	MAB0016	-
Total de amostras	5	7	4

Fonte - autoria própria.

Quadro 13 - Amostras de sulfetos simples.

	Galena	Esfalerita	Pirita	Marcassita
	MBA0001	MBA0027	MBA0015	MBA0042
	MBA0002	MBA0028	MBA0016	MBA0043
	MBA0003	MBA0029	MBA0017	MBA0044
	MBA0004	MBA0030	MBA0018	MBA0045
	MBA0005	MBA0031	MBA0019	MBA0046
	MBA0006	MBA0032	MBA0020	MBA0047
	MBA0051	-	MBA0033	MBA0048
	MBA0059	-	MBA0034	MBA0049
	MBA0060	-	MBA0035	MBA0050
	MBA0061	-	MBA0036	MBA0049
	MBA0062	-	MBA0037	MBA0050
	MBA0063	-	MBA0038	MBA0065
	-	-	MBA0039	MBA0066
	-	-	MBA0040	MBA0068
	-	-	MBA0041	-
Total de amostras	12	6	29	1

Fonte - autoria própria.

Quadro 14 - Amostras de sulfetos simples.

	Pirrotita	Molibdenita	Cinábrio	Estibinita
	MBA0021	MBA0013	MBA0007	MBA0052
	MBA0022	MBA0014	MBA0008	MBA0053
	MBA0023	-	MBA0009	MBA0054
	MBA0024	-	MBA0010	MBA0055
	MBA0025	-	MBA0011	-
	MBA0026	-	MBA0012	-
	MBA0056	-	-	-
	MBA0057	-	-	-
	MBA0058	-	-	-
Total de amostras	9	2	6	4

Fonte - autoria própria.

Quadro 15 - Amostras de sulfetos complexos.

	Arsenopirita	Pentlandita	Calcopirita	Bornita
	MBB0006	MBB0014	MBB0001	MBB0012
	MBB0007	MBB0015	MBB0002	-
	MBB0008	MBB0016	MBB0003	-
	MBB0009	MBB0017	MBB0004	-
	MBB0010	MBB0018	MBB0005	-
	MBB0011	MBB0019	MBB0013	-
	MBB0020	-	MBB0028	-
	MBB0021	-	MBB0029	-
	MBB0022	-	MBB0030	-
	MBB0023	-	MBB0031	-
	MBB0024	-	MBB0032	-
	MBB0025	-	MBB0033	-
	MBB0026	-	MBB0034	-
	MBB0027	-	MBB0035	-
	-	-	MBB0036	-
Total de amostras	14	6	15	-

Fonte - autoria própria.

Quadro 16 - Amostras de óxidos simples.

	Coríndon	Rutilo	Hematita		
	MCA0013	MCA0041	MCA0007	MCA0028	MCA0101
	MCA0014	MCA0042	MCA0008	MCA0029	MCA0103
	MCA0015	MCA0043	MCA0009	MCA0030	MCA0104
	MCA0016	MCA0044	MCA0010	MCA0031	MCA0105
	MCA0017	MCA0045	MCA0011	MCA0032	-
	MCA0018	MCA0062	MCA0012	MCA0033	-
	MCA0100	-	MCA0019	MCA0034	-
	-	-	MCA0020	MCA0061	-
	-	-	MCA0021	MCA0068	-
	-	-	MCA0022	MCA0081	-
	-	-	MCA0023	MCA0082	-
	-	-	MCA0024	MCA0083	-
	-	-	MCA0025	MCA0084	-
	-	-	MCA0026	MCA0098	-
	-	-	MCA0027	MCA0099	-
Total de amostras	7	6	34		

Fonte - autoria própria.

Quadro 17 - Amostras de óxidos simples.

	Magnetita	Cassiterita	Pirolusita		
	MCA0001	MCA0076	MCA0035	MCA0046	MCA0072
	MCA0002	MCA0077	MCA0036	MCA0047	MCA0073
	MCA0003	MCA0078	MCA0037	MCA0048	MCA0074
	MCA0004	MCA0079	MCA0038	MCA0049	MCA0087
	MCA0005	MCA0080	MCA0039	MCA0050	MCA0088
	MCA0006	MCA0085	MCA0040	MCA0051	MCA0089
	MCA0058	MCA0086	-	MCA0052	MCA0090
	MCA0059	MCA0106	-	MCA0053	MCA0091
	MCA0060	MCA0107	-	MCA0054	MCA0092
	MCA0063	MCA0108	-	MCA0055	MCA0093
	MCA0064	MCA0109	-	MCA0056	MCA0094
	MCA0065	-	-	MCA0057	MCA0095
	MCA0066	-	-	MCA0069	MCA0096
	MCA0067	-	-	MCA0070	MCA0097
	MCA0075	-	-	MCA0071	MCA0102
Total das amostras	26	6	30		

Fonte - autoria própria.

Quadro 18 - Amostras de óxidos que contém hidroxilas e hidróxidos.

	Limonita		Psilomelano	Bauxita	Goethita
MCB0001	MCB0044	MCB0019	MCB0013	MCB0035	
MCB0002	MCB0045	MCB0020	MCB0014	MCB0036	
MCB0003	MCB0046	MCB0021	MCB0015	MCB0037	
MCB0004	MCB0047	MCB0022	MCB0016	MCB0038	
MCB0005	MCB0048	MCB0023	MCB0017	MCB0039	
MCB0006	MCB0049	MCB0024	MCB0018	MCB0053	
MCB0007	MCB0050	MCB0025	MCB0027	MCB0058	
MCB0008	MCB0051	MCB0026	MCB0028	MCB0059	
MCB0009	MCB0052	MCB0060	MCB0029	-	
MCB0010	MCB0053	-	MCB0030	-	
MCB0011	MCB0054	-	MCB0031	-	
MCB0012	MCB0055	-	MCB0032	-	
MCB0040	MCB0056	-	MCB0033	-	
MCB0041	MCB0057	-	MCB0034	-	
MCB0042	MCB0061	-	-	-	
MCB0043	-	-	-	-	
Total de amostras	31	9	14	8	

Fonte - autoria própria.

Quadro 19 - Amostras de óxidos múltiplos.

	Perovskita	Cromita	Ilmenita
MCC0012	MCC0006	MCC0001	
MCC0013	MCC0007	MCC0002	
MCC0014	MCC0008	MCC0003	
MCC0015	MCC0009	MCC0004	
MCC0016	MCC0010	MCC0005	
MCC0017	MCC0011	-	
MCC0018	MCC0023	-	
MCC0019	-	-	
MCC0020	-	-	
MCC0021	-	-	
MCC0022	-	-	
Total de amostras	11	7	5

Fonte - autoria própria.

Quadro 20 - Amostras de cloretos.

	Halita	Silvita e Carnalita
MDA0001	MDA0002	
MDA0003	MDA0004	
MDA0010	MDA0005	
MDA0011	MDA0006	
MDA0012	MDA0007	
MDA0013	MDA0008	
MDA0014	MDA0009	
MDA0015	-	
MDA0016	-	
Total de amostras	9	7

Fonte - autoria própria.

Quadro 21 - Amostras de fluoretos.

	Fluorita	
	MDB0001	MDB0016
	MDB0002	MDB0017
	MDB0003	MDB0018
	MDB0004	MDB0019
	MDB0005	MDB0020
	MDB0006	MDB0021
	MDB0007	MDB0022
	MDB0008	MDB0023
	MDB0009	MDB0024
	MDB0010	MDB0025
	MDB0011	MDB0026
	MDB0012	-
	MDB0013	-
	MDB0014	-
	MDB0015	-
Total de amostras	26	

Fonte - autoria própria.

Quadro 22 - Amostras de carbonatos simples.

	Calcita		Magnesita		Rodocrosita
	MEA0001	MEA0031	MEA0011	MEA0050	MEA0015
	MEA0002	MEA0032	MEA0021	MEA0051	MEA0016
	MEA0003	MEA0033	MEA0037	MEA0052	MEA0017
	MEA0004	MEA0034	MEA0038	MEA0053	MEA0018
	MEA0005	MEA0055	MEA0039	MEA0054	MEA0019
	MEA0006	MEA0064	MEA0040	MEA0056	MEA0020
	MEA0022	MEA0065	MEA0041	MEA0057	-
	MEA0023	MEA0066	MEA0042	MEA0058	-
	MEA0024	MEA0067	MEA0043	MEA0059	-
	MEA0025	MEA0068	MEA0044	MEA0060	-
	MEA0026	MEA0070	MEA0045	MEA0061	-
	MEA0027	-	MEA0046	MEA0062	-
	MEA0028	-	MEA0047	MEA0063	-
	MEA0029	-	MEA0048	-	-
	MEA0030	-	MEA0049	-	-
Total de amostras	26		28		6

Fonte - autoria própria.

Quadro 23 - Amostras de carbonatos simples.

	Cerussita	Aragonita
	MEA0035	MEA0069
	MEA0036	-
Total de amostras	2	1

Fonte - autoria própria.

Quadro 24 - Amostras de carbonatos complexos.

Dolomita	
MEB0001	MEB0008
MEB0002	MEB0009
MEB0003	MEB0010
MEB0004	MEB0011
MEB0005	MEB0012
MEB0006	MEB0013
MEB0007	MEB0014
Total de amostras	14

Fonte - autoria própria.

Quadro 25 - Amostras de carbonatos com hidroxilas e hidróxidos.

Malaquita		Azurita
MEC0001	MEC0014	MEC0007
MEC0002	MEC0015	MEC0008
MEC0003	MEC0016	MEC0009
MEC0004	MEC0017	MEC0010
MEC0005	MEC0018	MEC0011
MEC0006	MEC0037	MEC0012
MEC0013	MEC0038	-
Total de amostras	14	6

Fonte - autoria própria.

Quadro 26 - Amostras de sulfatos anidros.

Barita					Crocoíta
MFA0001	MFA0016	MFA0031	MFA0046	MFA0061	MFA0068
MFA0002	MFA0017	MFA0032	MFA0047	MFA0062	-
MFA0003	MFA0018	MFA0033	MFA0048	MFA0063	-
MFA0004	MFA0019	MFA0034	MFA0049	MFA0064	-
MFA0005	MFA0020	MFA0035	MFA0050	MFA0065	-
MFA0006	MFA0021	MFA0036	MFA0051	MFA0066	-
MFA0007	MFA0022	MFA0037	MFA0052	MFA0067	-
MFA0008	MFA0023	MFA0038	MFA0053	-	-
MFA0009	MFA0024	MFA0039	MFA0054	-	-
MFA0010	MFA0025	MFA0040	MFA0055	-	-
MFA0011	MFA0026	MFA0041	MFA0056	-	-
MFA0012	MFA0027	MFA0042	MFA0057	-	-
MFA0013	MFA0028	MFA0043	MFA0058	-	-
MFA0014	MFA0029	MFA0044	MFA0059	-	-
MFA0015	MFA0030	MFA0045	MFA0060	-	-
Total de amostras	67				1

Fonte - autoria própria.

Quadro 27 - Amostras de sulfatos hidratados.

	Gipsita		Calcantita
	MFB0001	MFB0016	MFB0023
	MFB0002	MFB0017	-
	MFB0003	MFB0018	-
	MFB0004	MFB0019	-
	MFB0005	MFB0020	-
	MFB0006	MFB0021	-
	MFB0007	MFB0022	-
	MFB0008	-	-
	MFB0009	-	-
	MFB0010	-	-
	MFB0011	-	-
	MFB0012	-	-
	MFB0013	-	-
	MFB0014	-	-
	MFB0015	-	-
Total de amostras	22		1

Fonte - autoria própria.

Quadro 28 - Amostras de fosfatos, arseniats e vanadatos hidratados.

	Wavellita	Vivianita
	MGA0001	MGA0006
	MGA0002	MGA0007
	MGA0003	-
	MGA0004	-
	MGA0005	-
	MGA0008	-
	MGA0009	-
	MGA0010	-
	MGA0011	-
Total de amostras	11	2

Fonte - autoria própria.

Quadro 29 - Amostras de fosfatos, arseniats e vanadatos.

	Apatita	Ambligonita	Piromorfita
	MGB0001	MGB0008	MGB0010
	MGB0002	-	MGB0013
	MGB0003	-	-
	MGB0004	-	-
	MGB0005	-	-
	MGB0006	-	-
	MGB0007	-	-
	MGB0009	-	-
	MGB0011	-	-
	MGB0012	-	-
Total de amostras	12	1	2

Fonte - autoria própria.

Quadro 30 - Amostras de tungstatos.

	Tungstatos
	Wolframita
	MHA0001
	MHA0002
	MHA0003
Total de amostras	3

Fonte - autoria própria.

Quadro 31 - Amostras de nesossilicatos.

	Cianita		Grupo das granadas	Willemita		Grupo das olivinas
	MIA0034	MIA0057	MIA0001	MIA0011	MIA0086	MIA0017
	MIA0035	MIA0058	MIA0002	MIA0012	MIA0087	MIA0018
	MIA0036	MIA0059	MIA0003	MIA0013	MIA0088	MIA0019
	MIA0037	MIA0060	MIA0004	MIA0014	-	MIA0020
	MIA0038	MIA0061	MIA0005	MIA0015	-	MIA0041
	MIA0039	MIA0062	MIA0006	MIA0016	-	MIA0042
	MIA0040	MIA0063	MIA0007	MIA0070	-	MIA0043
	MIA0048	MIA0064	MIA0008	MIA0071	-	MIA0044
	MIA0049	MIA0077	MIA0009	MIA0072	-	MIA0045
	MIA0050	MIA0078	MIA0010	MIA0073	-	MIA0046
	MIA0051	MIA0083	MIA0079	MIA0074	-	MIA0047
	MIA0052	-	-	MIA0075	-	-
	MIA0053	-	-	MIA0076	-	-
	MIA0054	-	-	MIA0082	-	-
	MIA0055	-	-	MIA0084	-	-
	MIA0056	-	-	MIA0085	-	-
Total de amostras	26		11	18		11

Fonte - autoria própria.

Quadro 32 - Amostras de nesossilicatos.

	Andaluzita	Estaurolita	Topázio	Zircão
	MIA0021	MIA0026	MIA0066	MIA0067
	MIA0022	MIA0027	MIA0080	-
	MIA0023	MIA0028	MIA0081	-
	MIA0024	MIA0029	-	-
	MIA0025	MIA0030	-	-
	MIA0065	MIA0031	-	-
	-	MIA0032	-	-
	-	MIA0033	-	-
	-	MIA0068	-	-
	-	MIA0069	-	-
Total de amostras	6	10	3	1

Fonte - autoria própria.

Quadro 33 - Amostras de sorossilicatos.

	Calamina / Hemimorfita		
	MIB0001	MIB0009	MIB0017
	MIB0002	MIB0010	MIB0018
	MIB0003	MIB0011	MIB0019
	MIB0004	MIB0012	MIB0020
	MIB0005	MIB0013	MIB0021
	MIB0006	MIB0014	-
	MIB0007	MIB0015	-
	MIB0008	MIB0016	-
Total de amostras	21		

Fonte - autoria própria.

Quadro 34 - Amostras ciclossilicatos.

	Turmalina		Berilo	Crisocola
	MIC0001	MIC0020	MIC0013	MIC0032
	MIC0002	MIC0021	MIC0014	MIC0033
	MIC0003	MIC0022	MIC0015	-
	MIC0004	MIC0023	MIC0016	-
	MIC0005	MIC0024	MIC0034	-
	MIC0006	MIC0025	MIC0035	-
	MIC0007	MIC0026	MIC0036	-
	MIC0008	MIC0027	MIC0037	-
	MIC0009	MIC0028	MIC0038	-
	MIC0010	MIC0029	MIC0041	-
	MIC0011	MIC0030	-	-
	MIC0012	MIC0031	-	-
	MIC0017	MIC0039	-	-
	MIC0018	MIC0040	-	-
	MIC0019	MIC0042	-	-
Total de amostras	30		10	2

Fonte - autoria própria.

Quadro 35 - Amostras inossilicatos.

	Grupo dos anfibólios		Grupo dos piroxênios		Rodonita	
	MID0001	MID0023	MID0006	MID0043	MID0012	MI0034
MID0002	MID0024	MID0007	MID0044	MID0013	MI0035	
MID0003	MID0028	MID0008	MID0045	MID0014	MI0036	
MID0004	MID0029	MID0009	MID0046	MID0015	MI0037	
MID0005	MID0030	MID0010	MID0047	MID0016	MI0038	
MID0018	MID0031	MID0011	MID0048	MID0017	MID0073-	
MID0019	MID0032	MID0039	MID0049	MID0025	-	
MID0020	MID0051	MID0040	MID0050	MID0026	-	
MID0021	MID0053	MID0041	-	MID0027	-	
MID0022	-	MID0042	-	MI0033	-	
Total de amostras	19	18		16		

Fonte - autoria própria.

Quadro 36 - Amostras filossilicatos.

	Argila		Clorita	Muscovita	Flogopita	
	MIE0132	MIE0184	MIE0056	MIE0019	MIE0001	MIE0077
MIE0133	-	MIE0057	MIE0020	MIE0002	MIE0078	
MIE0134	-	MIE0058	MIE0021	MIE0003	MIE0079	
MIE0135	-	MIE0059	MIE0022	MIE0004	MIE0080	
MIE0136	-	MIE0060	MIE0023	MIE0005	MIE0081	
MIE0137	-	MIE0061	MIE0024	MIE0006	MIE0083	
MIE0138	-	MIE0183	MIE0025	MIE0068	MIE0084	
MIE0139	-	-	MIE0101	MIE0069	MIE0085	
MIE0140	-	-	MIE0107	MIE0070	MIE0086	
MIE0141	-	-	MIE0109	MIE0071	-	
MIE0160	-	-	-	MIE0072	-	
MIE0168	-	-	-	MIE0073	-	
MIE0175	-	-	-	MIE0074	-	
MIE0176	-	-	-	MIE0075	-	
MIE0177	-	-	-	MIE0076	-	
Total de amostras	16	7	10	24		

Fonte - autoria própria.

Quadro 37 - Amostras filossilicatos.

	Vermiculita	Biotita		Fushcita	Talco		
	MIE0007	MIE0013	MIE0104	MIE0089	MIE0026	MIE0126	MIE0180
	MIE0008	MIE0014	MIE0105	MIE0097	MIE0027	MIE0127	MIE0181
	MIE0009	MIE0015	MIE0106	MIE00110	MIE0028	MIE0128	MIE0182
	MIE0010	MIE0016	MIE0108	MIE00111	MIE0029	MIE0129	MIE0211
	MIE0011	MIE0017	MIE0112	MIE0118	MIE0030	MIE0159	MIE0212
	MIE0012	MIE0018	MIE0114	MIE0159	MIE0031	MIE0161	MIE0213
	MIE0091	MIE0082	MIE0115	MIE0160	MIE0032	MIE0164	-
	MIE0094	MIE0087	MIE0116	MIE0161	MIE0033	MIE0169	-
	MIE0103	MIE0088	MIE0117	MIE0162	MIE0034	MIE0170	-
	MIE0113	MIE0092	MIE0119	-	MIE0035	MIE0171	-
	-	MIE0093	MIE0158	-	MIE0036	MIE0172	-
	-	MIE0096	MIE0165	-	MIE0037	MIE0173	-
	-	MIE0099	MIE0214	-	MIE0121	MIE0174	-
	-	MIE0100	-	-	MIE0124	MIE0178	-
	-	MIE0102	-	-	MIE0125	MIE0179	-
Total de amostras	10	28		9	36		

Fonte - autoria própria.

Quadro 38 - Amostras filossilicatos.

	Serpentina				
	MIE0038	MIE0045	MIE0123	MIE0148	MIE0155
	MIE0039	MIE0046	MIE0142	MIE0149	MIE0156
	MIE0040	MIE0047	MIE0143	MIE0150	MIE0157
	MIE0041	MIE0048	MIE0144	MIE0151	MIE0163
	MIE0042	MIE0049	MIE0145	MIE0152	MIE0167
	MIE0043	MIE0120	MIE0146	MIE0153	-
	MIE0044	MIE0122	MIE0147	MIE0154	-
Total de amostras	33				

Fonte - autoria própria.

Quadro 39 - Amostras tectossilicatos.

Grupo das Zeolitas		Feldspato			Sodalita
MIF0071	MIF0187	MIF0056	MIF0170	MIF0215	MIF0159
MIF0072	MIF0188	MIF0057	MIF0171	MIF0216	MIF0160
MIF0073	MIF0189	MIF0058	MIF0172	MIF0229	MIF0161
MIF0074	MIF0220	MIF0059	MIF0173	MIF0231	MIF0162
MIF0075	MIF0221	MIF0060	MIF0174	MIF0232	MIF0163
MIF0076	MIF0230	MIF0061	MIF0175	-	MIF0164
MIF0077	-	MIF0062	MIF0176	-	MIF0165
MIF0078	-	MIF0063	MIF0177	-	MIF0166
MIF0079	-	MIF0064	MIF0178	-	-
MIF0080	-	MIF0065	MIF0179	-	-
MIF0182	-	MIF0066	MIF0180	-	-
MIF0183	-	MIF0067	MIF0181	-	-
MIF0184	-	MIF0068	MIF0211	-	-
MIF0185	-	MIF0069	MIF0212	-	-
MIF0186	-	MIF0070	MIF0213	-	-
Total das amostras	21		35		8

Fonte - autoria própria.

Quadro 40 - Amostras tectossilicatos.

Quartzo							
MIF0001	MIF0026	MIF0051	MIF0101	MIF0126	MIF0151	MIF0204	
MIF0002	MIF0027	MIF0052	MIF0102	MIF0127	MIF0152	MIF0205	
MIF0003	MIF0028	MIF0053	MIF0103	MIF0128	MIF0153	MIF0206	
MIF0004	MIF0029	MIF0054	MIF0104	MIF0129	MIF0154	MIF0203	
MIF0005	MIF0030	MIF0055	MIF0105	MIF0130	MIF0155	MIF0204	
MIF0006	MIF0031	MIF0081	MIF0106	MIF0131	MIF0156	MIF0205	
MIF0007	MIF0032	MIF0082	MIF0107	MIF0132	MIF0157	MIF0206	
MIF0008	MIF0033	MIF0083	MIF0108	MIF0133	MIF0158	MIF0207	
MIF0009	MIF0034	MIF0084	MIF0109	MIF0134	MIF0167	MIF0214	
MIF0010	MIF0035	MIF0085	MIF0110	MIF0135	MIF0168	MIF0217	
MIF0011	MIF0036	MIF0086	MIF0111	MIF0136	MIF0169	MIF0218	
MIF0012	MIF0037	MIF0087	MIF0112	MIF0137	MIF0190	MIF0219	
MIF0013	MIF0038	MIF0088	MIF0113	MIF0138	MIF0191	MIF0222	
MIF0014	MIF0039	MIF0089	MIF0114	MIF0139	MIF0192	MIF0223	
MIF0015	MIF0040	MIF0090	MIF0115	MIF0140	MIF0193	MIF0224	
MIF0016	MIF0041	MIF0091	MIF0116	MIF0141	MIF0194	MIF0225	
MIF0017	MIF0042	MIF0092	MIF0117	MIF0142	MIF0195	MIF0226	
MIF0018	MIF0043	MIF0093	MIF0118	MIF0143	MIF0196	MIF0227	
MIF0019	MIF0044	MIF0094	MIF0119	MIF0144	MIF0197	MIF0228	
MIF0020	MIF0045	MIF0095	MIF0120	MIF0145	MIF0198	-	
MIF0021	MIF0046	MIF0096	MIF0121	MIF0146	MIF0199	-	
MIF0022	MIF0047	MIF0097	MIF0122	MIF0147	MIF0200	-	
MIF0023	MIF0048	MIF0098	MIF0123	MIF0148	MIF0201	-	
MIF0024	MIF0049	MIF0099	MIF0124	MIF0149	MIF0202	-	
MIF0025	MIF0050	MIF0100	MIF0125	MIF0150	MIF0203	-	
Total de amostras							165

Fonte - autoria própria.

Quadro 41 - Amostras de colofano.

Colofano	
MJA0001	
MJA0002	
MJA0003	
MJA0004	
MJA0005	
MJA0006	
MJA0007	
MJA0008	
Total de amostras	8

Fonte - autoria própria.