



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**GEOLOGIA DOS PEGMATITOS DO CAMPO PEGMATÍTICO DE
MARILAC, GOVERNADOR VALADARES, MG**

Isabela Teixeira Gomes

MONOGRAFIA nº 397

Ouro Preto, abril de 2021

**GEOLOGIA DOS PEGMATITOS DO CAMPO PEGMATÍTICO
DE MARILAC, GOVERNADOR VALADARES, MG**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

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

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Msc. Edson Tazava

MONOGRAFIA

Nº 397

GEOLOGIA DOS PEGMATITOS DO CAMPO PEGMATÍTICO DE MARILAC, GOVERNADOR VALADARES, MG

Isabela Teixeira Gomes

Orientador

Prof. Dr. Ricardo Augusto Scholz Cipriano

Co-Orientador

Marcello Hermógenes

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 402, ano 2020/1.

OURO PRETO

2021

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Revisão geral: Isabela Teixeira Gomes

Catálogo elaborado pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do
Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

G633g Gomes, Isabela Teixeira.

Geologia dos pegmatitos do Campo Pegmatítico de Marilac, Governador Valadares, MG. [manuscrito] / Isabela Teixeira Gomes. - 2021.

103 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Scholz Cipriano. Coorientador: Marcello Alone Teixeira Hermógenes.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.

Escola de Minas. Graduação em Engenharia Geológica.

1. Mineralogia. 2. Pegmatitos. 3. Sedimentação e depósitos. I. Cipriano, Ricardo Augusto Scholz. II. Hermógenes, Marcello Alone Teixeira. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

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

<http://www.sisbin.ufop.br>

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

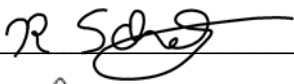
TÍTULO: GEOLOGIA DOS PEGMATITOS DO CAMPO PEGMATÍTICO DE MARILAC,
GOVERNADOR VALADARES, MG.

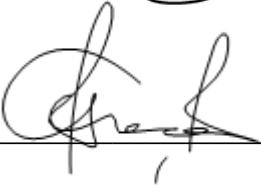
AUTOR: Isabela Teixeira Gomes

ORIENTADOR: Ricardo Augusto Scholz Cipriano

Aprovada em: 29/04/21

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ricardo Augusto Scholz Cipriano  DEGEO/UFOP

Prof. Dr. Leonardo Martins Graça  DEGEO/UFOP

M.Sc. Flávia Compassi da Costa  DEGEO/UFOP

Ouro Preto 29/04/2021

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha mãe, M^a Denise, pela paciência e apoio incondicional. Aos meus irmãos pelos incentivos diários.

Ao Departamento de Geologia, Escola de Minas e a Universidade Federal de Ouro Preto, pelo ensino excepcional e por contribuir tanto com meu crescimento pessoal e acadêmico.

Ao professor Ricardo Scholz, pela orientação, disponibilidade e acolhimento. Meu muito obrigada ao Marcello Hermógenes, pelo acompanhamento na atividade de campo e por compartilhar tempo e conhecimento.

À cooperativa dos Garimpeiros e Extrativista do Vale do Rio Doce pela receptividade e permissão de coleta das amostras.

Ao Laboratório de Microscopia e Microanálises – LMic- Setor MEV/EBSD do DEGEO pela contribuição essencial de disponibilização do uso do laboratório para tal estudo.

Ao bolsista Lucas Kenni, meu muito obrigada pela ajuda nas preparações das amostras e suporte.

Ao técnico Geraldo do Laboratório de Microscopia e Microanálise- LMic da UFOP, pela disposição em realizar as análises de MEV e me auxiliar.

À FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo apoio financeiro concedido através do Projeto de Pesquisa PPM00588-18. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq 303218/2018-5. À PROPP EDITAL 13/2020 - PROCESSO N.: 23109.000928/2020-33 - PROJETO: Desenvolvimento de materiais de referência para geocronologia U/Pb e estudo dos pegmatitos de MG, PB e RN.

Aos meus amigos da geologia: obrigada pelas experiências incríveis. Por fim, agradeço à República BNB pelo acolhimento e irmandade.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	X
SUMÁRIO	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
LISTA DE TABELAS.....	XVIII
RESUMO	XX
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO	1
1.3 OBJETIVOS	3
1.4 JUSTIFICATIVA	3
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
1.5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.5.2 TRABALHO DE CAMPO E PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS	4
1.5.3 MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA	6
CONTEXTO GEOLÓGICO	7
2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO	7
2.2 GEOLOGIA REGIONAL	8
2.2.1 COMPLEXO MANTIQUEIRA	8
2.2.2 GRUPO RIO DOCE	9
2.2.3 FORMAÇÃO PALMITAL DO SUL	10
2.2.4 FORMAÇÃO TUMIRITINGA	10
2.2.5 FORMAÇÃO SÃO TOMÉ	10
2.2.6 SUÍTE INTRUSIVA GALILÉIA.....	11
2.3 GEOLOGIA LOCAL.....	11
GEOLOGIA DE CAMPO	13
DADOS ANALÍTICOS	17
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
4.2 AMOSTRAS DA LAVRA DO ÁCIO	17
4.2.1 MEV / AMOSTRA A1a.....	17
4.2.2 MEV / AMOSTRA A1b.....	21
4.2.3 MEV / AMOSTRA A1c	22
4.2.4 MEV / AMOSTRA A2.....	28
4.3 AMOSTRAS DA LAVRA LUÍS I.....	30
4.3.1 MEV / AMOSTRA L1	30
4.3.2 MEV / AMOSTRA L2	32
4.3.3 MEV / AMOSTRA L3	35
4.3.4 MEV / AMOSTRA L4	41
4.3.5 MEV / AMOSTRA L5a.....	43
4.3.6 MEV / AMOSTRA L5b	47
4.3.7 MEV / AMOSTRA L6	51
4.2.8 MEV / AMOSTRA L8	59

4.3.9 MEV / AMOSTRA L9	65
DISCUSSÃO	70
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Mapa de localização de Divino das Laranjeiras em escala local e estadual.	2
Figura 1.2- Vias de acesso de Governador Valadares até Linópolis /local das lavras do estudo.....	2
Figura 1.3- Processo de polimento realizado nas pastilhas. Politriz de modelo DP9 da marca Panambra.	5
Figura 2.1- Localização do Orógeno Araçuaí West Congo no contexto do Gondwana Ocidental (Alkmin et al., 2006).	8
Figura 2.2- Geologia da região de Divino das Laranjeiras e Mendes Pimentel (MG), com a localização de Linópolis nesse contexto (Chaves & Scholz, 2008).....	12
Figura 3.1- Vista do afloramento do pegmatito da Lavra Luís I. A direita, pegmatito com presença de bastante feldspato rosado, mica e veios de quartzo.	13
Figura 3.2- Vista do afloramento de pegmatito da Lavra do Ácio. A esquerda, o xisto da formação São Tomé aflorando e a direita, entrada da lavra subterrânea.....	14
Figura 3.3- Amostras coletadas da Lavra do Luis I. A) Amostra L1, feldspato com agregado dendritico de Mn. B) Amostra L2, feldspato. C) Amostra L3, mica, fenocristal de quartzo e feldspato. D) Amostra L4, berilo de coloração esverdeada. E) Amostra L5, micas incrustadas em turmalina preta. F) Amostra L6, feldspato rosado.....	15
Figura 3.4- Amostras coletadas da Lavra do Luis I. A) Amostra L8, feldspato meio rosado com incrustação de lítio. B) Amostra L9, feldspato esverdeado.	16
Figura 3.5- Amostras coletadas da Lavra do Ácio. A) Amostra A1, feldspato com turmalina e mica incrustadas. B) Amostra A2, turmalina negra.	16
Figura 4.1- Imagem por MEV da amostra A1a.	17
Figura 4.2- Espectro da amostra A1a no ponto 1.	18

Figura 4.3- Espectro da amostra A1a no ponto 2.	18
Figura 4.4- Espectro da amostra A1a no ponto 3.	19
Figura 4.5- Espectro da amostra A1a no ponto 6.	19
Figura 4.6- Espectro da amostra A1a no ponto 4.	20
Figura 4.7- Espectro da amostra A1a no ponto 5.	20
Figura 4.8- Imagem por MEV da amostra A1b.	21
Figura 4.9- Imagem por MEV da amostra A1c.	23
Figura 4.10- Espectro da amostra A1c no ponto 1.	23
Figura 4.11- Espectro da amostra A1c no ponto 2.	24
Figura 4.12- Espectro da amostra A1c no ponto 3.	24
Figura 4.13- Espectro da amostra A1c no ponto 10.	24
Figura 4.14- Espectro da amostra A1c no ponto 4.	25
Figura 4.15- Espectro da amostra A1c no ponto 5.	25
Figura 4.16- Espectro da amostra A1c no ponto 6.	26
Figura 4.17- Espectro da amostra A1c no ponto 7.	26
Figura 4.18- Espectro da amostra A1c no ponto 8.	26
Figura 4.19- Espectro da amostra A1c no ponto 9.	27
Figura 4.20- Imagem por MEV da amostra A2.	28
Figura 4.21- Espectro da amostra A2 no ponto 1.	29
Figura 4.22- Espectro da amostra A2 no ponto 2.	29
Figura 4.23- Espectro da amostra A2 no ponto 3.	29
Figura 4.24- Imagem por MEV da amostra L1.	31
Figura 4.25- Imagem por MEV da amostra L2.	33
Figura 4.26- Espectro da amostra L2 no ponto 1.	33
Figura 4.27- Espectro da amostra L2 no ponto 2.	34

Figura 4.28- Espectro da amostra L2 no ponto 3.....	34
Figura 4.29- Imagem por MEV da amostra L3.	35
Figura 4.30- Espectro da amostra L3 no ponto 1.....	36
Figura 4.31- Espectro da amostra L3 no ponto 2.....	36
Figura 4.32- Espectro da amostra L3 no ponto 3.....	37
Figura 4.33- Espectro da amostra L3 no ponto 4.....	37
Figura 4.34- Espectro da amostra L3 no ponto 5.....	38
Figura 4.35- Espectro da amostra L3 no ponto 6.....	38
Figura 4.36- Espectro da amostra L3 no ponto 7.....	39
Figura 4.37- Espectro da amostra L3 no ponto 8.....	39
Figura 4.38- Espectro da amostra L3 no ponto 9.....	39
Figura 4.39- Espectro da amostra L3 no ponto 10.....	40
Figura 4.40- Imagem por MEV da amostra L4.	41
Figura 4.41- Espectro da amostra L4 no ponto 1.....	41
Figura 4.42- Espectro da amostra L4 no ponto 2.....	42
Figura 4.43- Espectro da amostra L4 no ponto 3.....	42
Figura 4.44- Espectro da amostra L4 no ponto 4.....	43
Figura 4.45- Imagem por MEV da amostra L5a no campo1.	44
Figura 4.46- Imagem por MEV da amostra L5a no campo.	45
Figura 4.47- Espectro da amostra L5a no ponto 1 e campo 2.	46
Figura 4.48- Espectro da amostra L5a no ponto 2 e campo 2.	46
Figura 4.49- Espectro da amostra L5a no ponto 3 e campo 2.	46
Figura 4.50- Espectro da amostra L5a no ponto 4 e campo 2.	47
Figura 4.51- Imagem por MEV da amostra L5b.	48
Figura 4.52- Espectro da amostra L5b no ponto 1.....	49

Figura 4.53- Espectro da amostra L5b no ponto 2.....	49
Figura 4.54- Espectro da amostra L5b no ponto 3.....	49
Figura 4.55- Espectro da amostra L5b no ponto 4.....	50
Figura 4.56- Espectro da amostra L5b no ponto 5.....	50
Figura 4.57- Imagem por MEV da amostra L6 no campo 1.....	51
Figura 4.58- Espectro da amostra L6 no ponto 1 e campo 1.	52
Figura 4.59- Espectro da amostra L6 no ponto 2 e campo 1.	52
Figura 4.60- Espectro da amostra L6 no ponto 3 e campo 1.	53
Figura 4.61- Espectro da amostra L6 no ponto 4 e campo 1.	53
Figura 4.62- Espectro da amostra L6 no ponto 5 e campo 1.	54
Figura 4.63- Espectro da amostra L6 no ponto 6 e campo 1.	54
Figura 4.64- Espectro da amostra L6 no ponto 7 no campo 1.	55
Figura 4.65- Imagem por MEV da amostra L6 no campo 2.....	56
Figura 4.66- Espectro da amostra L6 no ponto 1 e campo 2	57
Figura 4.67- Espectro da amostra L6 no ponto 2 e campo 2.	57
Figura 4.68- Espectro da amostra L6 no ponto 3 e campo 2.	57
Figura 4.69- Espectro da amostra L6 no ponto 4 e campo 2.	58
Figura 4.70- Imagem por MEV da amostra L8 no campo 1.....	59
Figura 4.71- Espectro da amostra L8 no ponto 1 e campo 1.	60
Figura 4.72- Espectro da amostra L8 no ponto 2 e campo 1.	60
Figura 4.73- Espectro da amostra L8 no ponto 3 e campo 1.	60
Figura 4.74- Espectro da amostra L8 no ponto 4 e campo 1.	61
Figura 4.75- Espectro da amostra L8 no ponto 5 e campo 1.	61
Figura 4.76- Espectro da amostra L8 no ponto 6 e campo 1.	61
Figura 4.77- Imagem por MEV da amostra L8 no campo 2.....	62

Figura 4.78- Espectro da amostra L8 no ponto 1 e campo 2.	63
Figura 4.79- Espectro da amostra L8 no ponto 2 e campo 2.	63
Figura 4.80- Espectro da amostra L8 no ponto 3 e campo 2.	64
Figura 4.81- Espectro da amostra L8 no ponto 4 e no campo 2.	64
Figura 4.82- Imagem por MEV da amostra L9.	65
Figura 4.83- Espectro da amostra L9 no ponto 1.....	66
Figura 4.84- Espectro da amostra L9 no ponto 2.....	66
Figura 4.85- Espectro da amostra L9 no ponto 3.....	67
Figura 4.86- Espectro da amostra L9 no ponto 4.....	67
Figura 4.87- Espectro da amostra L9 no ponto 5.....	68
Figura 4.88- Espectro da amostra L9 no ponto 6.....	68
Figura 4.89- Espectro da amostra L9 no ponto 7.....	68
Figura 4.90- Espectro da amostra L9 no ponto 8.	69
Figura 5.1- Gráfico de teores em porcentagem de óxidos vs. pontos obtidos pelo EDS para todas amostras de turmalina. A) amostra A1C da lavra do Ácio. B) amostra A2 da lavra do Ácio. C) amostra L5b da lavra Luís I.	72
Figura 5.2- Gráfico de teores em porcentagem de óxidos vs. pontos obtidos pelo EDS para as amostras L3 e L4 de granada (almandina).	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Identificação das amostras coletadas em cada lavra e os respectivos minerais identificados macroscopicamente.	15
Tabela 2- Distribuição de teores de óxidos na amostra A1a.....	21
Tabela 3- Distribuição de teores de óxidos na amostra A1b.	22
Tabela 4- Distribuição de teores de óxidos na amostra A1c.....	27
Tabela 5- Distribuição de teores de óxidos na amostra A2.	30
Tabela 6- Distribuição de teores de óxidos na amostra L1.	32
Tabela 7- Distribuição de teores de óxidos na amostra L2.	35
Tabela 8- Distribuição de teores de óxidos na amostra L8.	40
Tabela 9- Distribuição de teores de óxidos na amostra L4.	43
Tabela 10- Distribuição de teores de óxidos na amostra L5 no campo 1.	44
Tabela 11- Distribuição de teores de óxidos na amostra L5 no campo 2.	47
Tabela 12- Distribuição de teores de óxidos na amostra L5b.	51
Tabela 13- Distribuição de teores de óxidos na amostra L6 no campo 1.	55
Tabela 14- Distribuição de teores de óxidos na amostra L6 no campo 2.	58
Tabela 15- Distribuição de teores de óxidos na amostra L8 no campo 1.	62
Tabela 16- Distribuição de teores de óxidos na amostra L8 no campo 2.	65
Tabela 17- Distribuição de teores de óxidos na amostra L9.	69
Tabela 18- Teores de óxidos (em % peso) no conjunto de amostras de turmalinas coletadas.	70
Tabela 19- Relação dos minerais encontrados nas análises das amostras com as duas lavras do estudo	74

Resumo

O presente trabalho buscou realizar a caracterização mineralógica dos pegmatitos explorados nas lavras do Ácio e Luís I, da região de Linópolis, município de Divino das Laranjeiras, região nordeste de Minas Gerais, no intuito de se investigar a composição química dos minerais encontrados e também a analisar a evolução desses pegmatitos. Na região afloram corpos pegmatíticos encaixados principalmente em micaxistos da formação São Tomé, mineralogia principal com presença de muscovita, feldspato potássico e quartzo. Para a realização das análises, foram confeccionadas pastilhas com fragmentos de berilo, turmalina, feldspato e mica. Utilizou-se o microscópio eletrônico de varredura (MEV) acoplado ao sistema de espectrometria de energia dispersiva (EDS) para determinar a composição química além de gerar o imageamento das amostras por BSE (backscattering electrons). Os resultados obtidos foram apresentados em forma de tabelas, imagens e gráficos com as turmalinas e granadas identificadas, pois são ótimos minerais para se observar diferenciação magmática de pegmatitos. A classificação de cada mineral foi realizada comparando a química obtida com a base de dados do site *mindat.org* e *webmineral.com*. Os pegmatitos da região das lavras estudadas apresentaram características de diferenciação magmática, como substituição de Mg pelo Fe em turmalinas e granadas, K por Na nas micas, porém não ao ponto de serem considerados muito evoluídos, como descritos pela literatura.

Palavras chave: pegmatitos, Província Pegmatítica Oriental, Campo Pegmatítico Marilac, Linópolis.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A região investigada neste estudo está inserida na Província Pegmatítica Oriental, que possui extensão desde o sul da Bahia até a porção norte do Rio de Janeiro. É uma região de grande importância pois é fonte de metais raros como tântalo, berílio e lítio. Também, segundo Gandini *et al.* (1999), por ser nela onde ocorre a maior extração de gemas no Brasil, e por seu reconhecimento mundial como uma das principais províncias gemológicas do mundo.

Os pegmatitos em geral, além de apresentar reservas minerais de grande importância econômica, possuem relação com corpos graníticos muito diferenciados, formados em grande parte nas fases finais de evolução do magma desses corpos (Gandini *et al.* 1999). Durante a II Guerra Mundial, os estudos em relação aos pegmatitos se intensificaram, devido aos relevantes depósitos de micas. Atualmente, além do interesse por minerais gemológicos, as rochas ornamentais são bastante exploradas nos pegmatitos, visto a necessidade de feldspato para as indústrias de construção civil e cerâmica, Motta *et al* (2001).

No presente trabalho pretende-se classificar os tipos de pegmatitos através de dados de química mineral e observações em campo, que se encontram na região do Distrito Pegmatítico de Governador Valadares, no Campo Pegmatítico de Marilac. Mais especificamente no vilarejo de Linópolis, pertencente ao município de Divino das Laranjeiras.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo localiza-se no leste do estado de Minas Gerais (Figura 1.1), a 70 km de Governador Valadares, tratando-se de um povoado pertencente ao município de Divino das Laranjeiras, chamado Linópolis.

O acesso (Figura 1.2) se dá via BR-259/BR-381 MG 129 vindo de Governador Valadares em direção à São Vitor, no qual a partir daí segue-se pela BR-381 até o entroncamento dessa rodovia com a Av. Israel Pinheiro. Nas proximidades de Linópolis, escolheu-se duas das

lavras visitadas para o estudo: a Lavra Luís I e a Mina do Ácio. A região está inserida na folha topográfica Itabirinha de Mantena (SE-24-Y-A-V) do IBGE (1979) em escala 1:100.000.

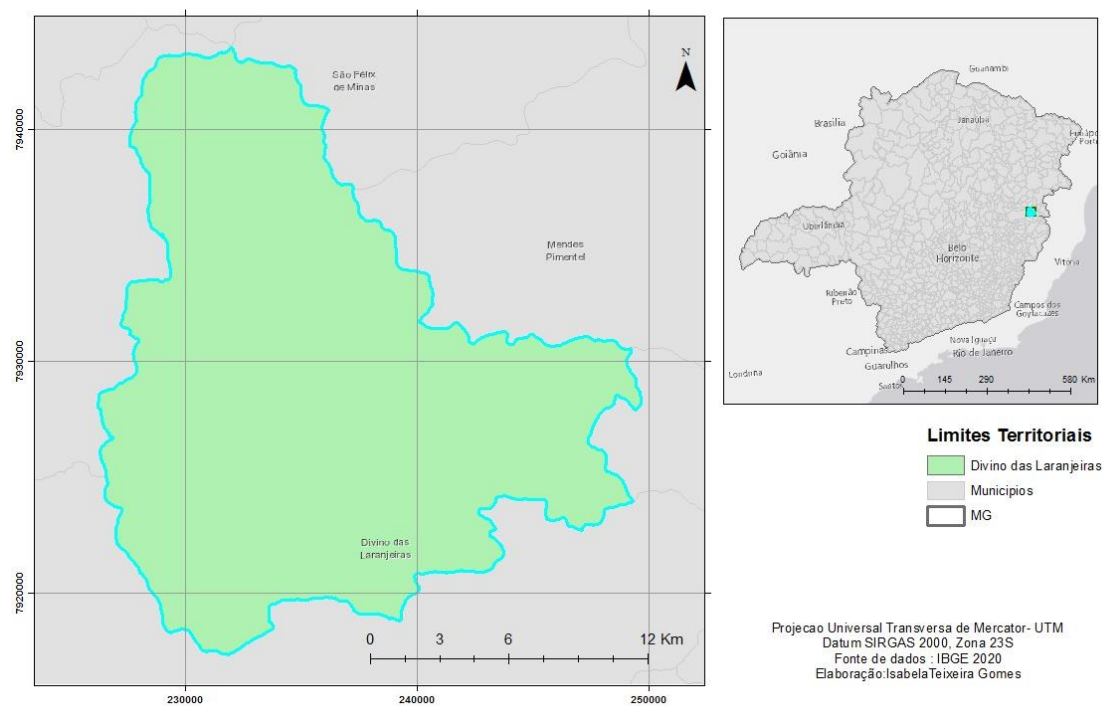


Figura 1.1- Mapa de localização de Divino das Laranjeiras em escala local e estadual.

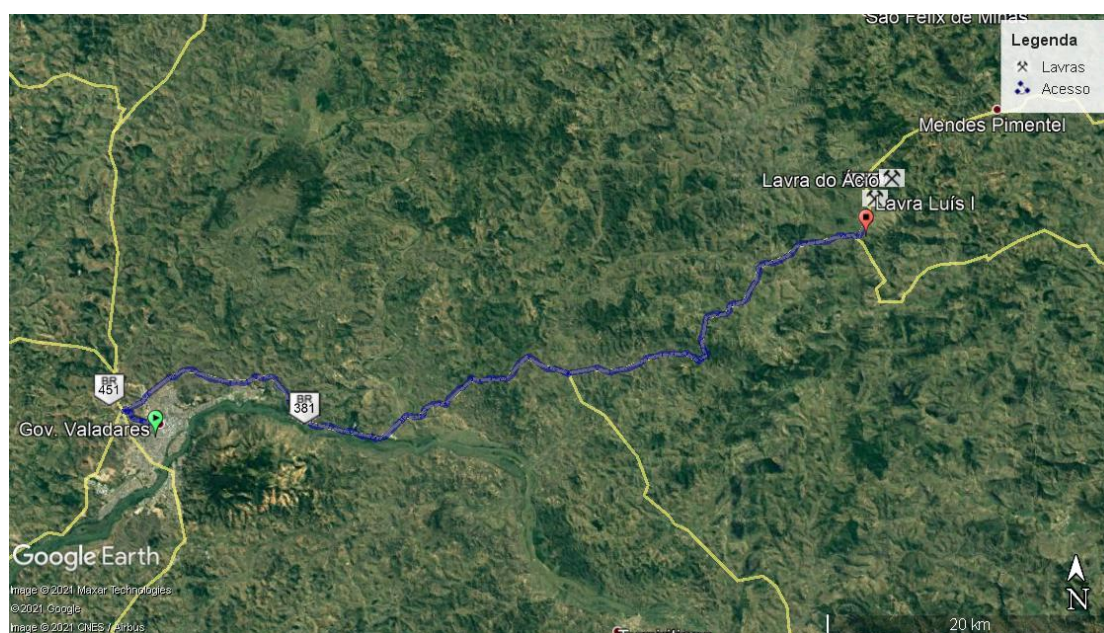


Figura 1.2- Vias de acesso de Governador Valadares até Linópolis /local das lavras do estudo.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo primordial deste trabalho é realizar o estudo dos pegmatitos da região do Campo Pegmatítico de Marilac, contribuindo para um melhor entendimento acerca dos tipos de minerais e rochas pegmatíticas presentes.

Entre os objetivos específicos deste trabalho tem-se a identificação de fases minerais e análise da química mineral das rochas pegmatíticas através de dados do microscópio eletrônico de varredura. O que ajudará na caracterização das rochas do estudo, uma vez que variações químicas de minerais indicam diferenciação pegmatitos, as condições de P, T e até mesmo pode indicar a presença de fluidos hidrotermais.

1.4 JUSTIFICATIVA

Sabe-se que cerca de 90% da Província Pegmatítica Oriental do Brasil abrange a região leste de Minas Gerais. Rochas graníticas, de idades que variam do final do Neoproterozóico até o Cambro-Ordoviciano, incluindo pegmatitos associados, cobrem em torno de 1/3 dessa região.

O presente trabalho complementarará os estudos sobre o Projeto Leste executado pela CPRM, e enfocou na região de Divino das Laranjeiras, famosa pela diversidade de minerais gema presentes, produção de feldspato e albita para uso industrial e principalmente presença de fosfatos secundários. A junção dos dados de química mineral das amostras coletadas, descrição dos litotipos e análises das rochas aflorantes nas lavras dos pegmatitos da área, fornecerão informações importantes para compor a gênese e diferenciação dos pegmatitos estudados dessa região.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado conforme os itens descritos a seguir.

1.5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Levantamento bibliográfico sobre a geologia regional da área de estudo com foco no Campo Pegmatítico de Marilac, pesquisa sobre microscopia eletrônica de varredura e uma busca acerca de trabalhos envolvendo química dos minerais presentes em pegmatitos.

1.5.2 TRABALHO DE CAMPO E PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

O trabalho de campo foi realizado no dia 05 de novembro de 2019 em Linópolis (povoado pertencente a Divino das Laranjeiras) e a localização das lavras em que foram coletados os pegmatitos do estudo é apresentada na Figura 1.2. Foram observados aspectos das rochas, das suas encaixantes e coletadas amostras das lavras Luís I e lavra do Ácio. As amostras foram coletadas *in situ* em zonas intermediárias e em bolsões dos pegmatitos. Foram selecionados 7 cristais de feldspatos, 2 cristais de micas, 1 cristal de berilo, 3 cristais de turmalina, o que totaliza em 13 amostras.

Após as descrições macroscópicas das rochas e minerais coletados, as mesmas foram fotografadas, e com os fragmentos dos minerais citados anteriormente foram confeccionadas pastilhas de resina para posterior análise no MEV.

A primeira etapa foi o processo de embutimento realizada pelo técnico do Laboratório de Laminação (LAMIN) do Departamento de Geologia da Escola de Minas (DEGEO). Consistiu em fragmentar os minerais e selecionar os grãos das amostras, que foram dispostos dentro de um molde de PVC (raio 2,5 cm) em uma placa de acrílico coberta com uma fita dupla face. Preparou-se uma resina com Araldite para Aradur proporção 2:1 em um copo plástico. Ao

dispor a resina dentro do molde utilizou-se um palito de madeira para evitar grande quantidade de bolhas na resina. Após 48 horas, a resina estava totalmente seca, foram feitas duas pastilhas, uma com as micas e outra com os minerais restantes. Com intuito de se expor os grãos para o polimento, as pastilhas foram passadas em esmeril (substância abrasiva) sob uma tábua de vidro, esmeril 500 e depois esmeril 3000. No processo de troca de uma placa de vidro para a outra, as pastilhas foram colocadas no *Ultrasonic Cleaner* da marca Fritsch durante uns 4 min para evitar contaminação com sílica. Em seguida, foram polidas em uma politriz de modelo DP 9 da marca Panambra com a utilização de alumina e água filtrada (Figura 1.3).



Figura 1.3- Processo de polimento realizado nas pastilhas. Politriz de modelo DP9 da marca Panambra.

Após as pastilhas serem devidamente polidas, foi necessária uma etapa de metalização para que as amostras se tornem condutoras, antes de serem observadas no MEV, permitindo assim a construção da imagem (Goldstein et al.,1992). O aparelho utilizado para a preparação das pastilhas para a metalização foi o *Vacuum Evaporator* de modelo JEE-420 e marca JEOL.

1.5.3 MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA

Análises químicas pontuais dos minerais do estudo e magnetização das pastilhas foram feitas no Laboratório de Microscopia e Micranálises- LMic – Setor MEV/EBSD no aparelho de modelo JSM-6010LA *Analytical Scanning Electron Microscope* da marca JEOL. A composição química das amostras coletadas foi determinada através da utilização do microscópio eletrônico de varredura (MEV), que se trata de um equipamento que gera imagem através da interação elétrons-amostra, sendo eles elétrons secundários e os elétrons retroespalhados. Possuindo baixa energia, os elétrons secundários possuem sensibilidade em relação a topografia da superfície da amostra em questão, e são ideais para grandes ampliações pois apresentam imagem com boa profundidade de foco. A emissão com elétrons retroespalhados possui dependência com o número atômico do elemento espalhador e a energia dos elétrons. Sendo ideais para se diferenciar a química de fases, tendo em vista o contraste de tons de cinza em função do número atômico médio da região em análise.

O EDS trata-se de uma microanálise que determina com precisão a energia dos fótons de raios –X sobre os minerais, sendo que cada mineral tem sua assinatura de absorção e outra de emissão.

2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO

A Província Pegmatítica Oriental encontra-se nos domínios do Orógeno Araçuaí (Figura 2.1). Este mesmo, que faz parte integrante do sistema orogênico brasileiro pan africano do Gondwana Ocidental (Pedrosa-Soares *et al.* (2007) e encontra-se da borda leste do cráton São Francisco até o litoral Atlântico no sudeste do Brasil, Pedrosa- Soares *et al.* (2011).

A formação dos pegmatitos dessa região tem associação com a cristalização de magmas de origem tardia advindos de plútons graníticos que se inseriram na crosta continental durante o processo de formação e evolução do Orógeno Araçuaí. (suítes ígneas G1 a G5, Pedrosa Soares *et al.*2011).

Em decorrência do grande retrabalhamento e separação do sistema orogênico paleoproterozico, com seus núcleos arqueanos, tem-se hoje as unidades do seu embasamento. Estas unidades do embasamento aparecem no Orógeno Araçuaí, de duas formas: expostas no domínio externo (oeste) do orógeno e no domínio interno (leste) do mesmo. De fato, as contrapartes do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental são diferentes, o que faz com que o orógeno tenha variações durante a orogenia Brasileira em seu retrabalhamento tectônico e isotópico dos complexos do embasamento. Desta forma, as rochas pertencentes ao Orógeno Araçuaí foram agrupadas por outros (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000; Pedrosa-Soares *et al.* 2001; e Silva *et al.* 2005) em cinco supersuítes: G1, G2, G3, G4 e G5. Cada qual representando uma fase da evolução do processo de orogenia, sendo G1 a fase pré colisional (630-585 Ma), G2 a sin-colisional (585-520 Ma), G3 de tardia a pós colisional e G4 e G5, fases de intrusões pós-colisionais (535- 420 Ma).

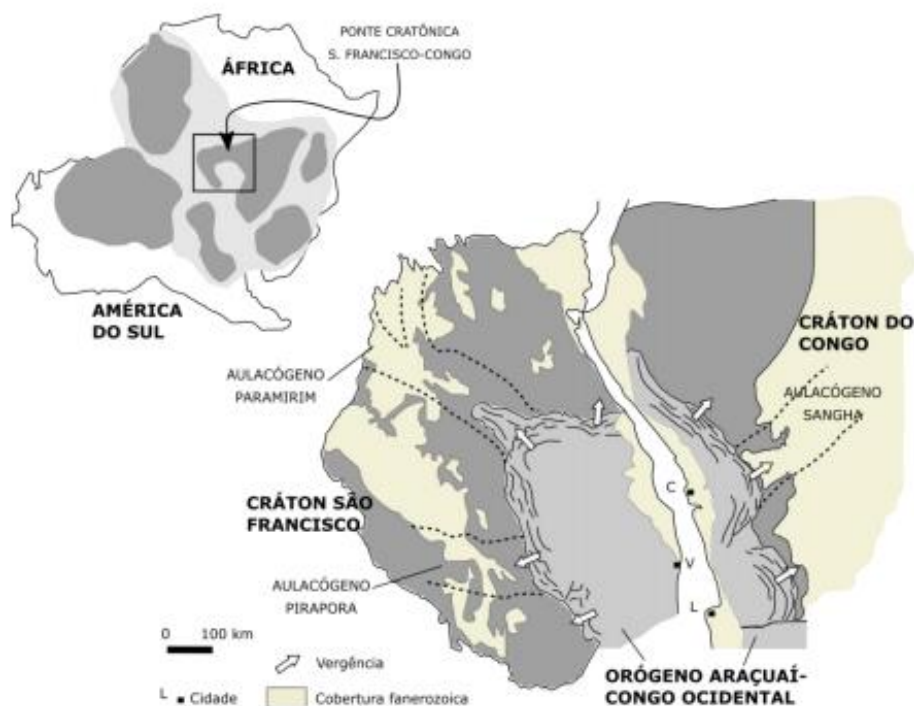


Figura 2.1-Localização do Orógeno Araçuaí West Congo no contexto do Gondwana Ocidental (Alkmin et al., 2006).

2.2 GEOLOGIA REGIONAL

A área em estudo está inserida na Província Pegmatítica Oriental, compreende parte do Complexo Mantiqueira, o núcleo cristalino do Orógeno Araçuaí e Grupo Rio Doce. Sendo a área composta principalmente pela Formação São Tomé e rochas da Suíte Intrusiva Galiléia. Só serão abordadas as unidades que estabelecem alguma relação com o Campo Pegmatítico Marilac, que representa o objetivo do estudo em questão.

2.2.1 COMPLEXO MANTIQUEIRA

Deve-se a Barbosa *et al.* (1954) a denominação Série Mantiqueira, devido a presença de gnaisses ao sul e a leste do Espinhaço. Em estudos mais recentes foi denominada Província Mantiqueira, definida por Almeida *et al.* (1977, 1981), em que se delineia uma faixa de direção NE-SW com mergulho de baixo ângulo, paralela à costa atlântica do sudeste e sul do Brasil, com mais de 3000 km de comprimento. O primeiro a dar a denominação Complexo Mantiqueira (CM) foi Brandalise (1991), definindo-se como uma sequência de granitos ortoderivados com composição granito-tonalítica e intercalações de anfibolitos, além de pequenos corpos granulíticos de rochas granulíticas.

Tendo como bases geotectônicas, o Complexo Mantiqueira foi desenvolvido durante a Orogenia Paleoproterozoica Brasileiro-Pan Africana e teve como resultado a união do paleocontinente Gondwana Ocidental.

Os estudos mais recentes indicam que o Complexo Mantiqueira foi submetido a metamorfismo de alta temperatura e de baixa a média pressão durante a orogenia transamazônica, Cutts (2018). Sendo coerente com a interpretação do CM como um arco, devido as altas temperaturas e o resfriamento quase isobárico, proposto por Wakabayasi (2004).

2.2.2 GRUPO RIO DOCE

O grupo Rio Doce foi nomeado por Barbosa *et al.* (1964) composto por mica xistos, quartzitos e gnaisses, e interpretado pelo autor como uma unidade proterozoica. Este se encontra localizado na porção leste da Faixa Araçuaí e sobposto à terrenos mais antigos do Cinturão Atlântico (Oliveira 2000).

Caracteriza-se por sedimentação turbidítica de mar profundo (metagrauvacas, micaxisto e gnaisses, bandados), possível representante da margem passiva oriental da bacia neoproterozoica do Orógeno Araçuaí. Intrusões pertencentes a suíte G1 perpassam o Grupo Rio Doce, dando indícios de uma idade de sedimentação maior que ca.600 Ma, Heilbron *et al* (2004).

De acordo com Vieira *et al.* (2004), a divisão do grupo, da base para o topo abrange as formações Palmital do Sul, Tumiritinga, São Tomé e João Pinto.

2.2.3 FORMAÇÃO PALMITAL DO SUL

Esta unidade de acordo com Barbosa *et al.* (1964) consiste em gnaisses bandados, com colorações de cinzas a amarronzados. Em questões relacionadas à paragênese, outros (Féboli & Paes 2000; Oliveira 2000; Vieira 2007), indicam condições de metamorfismo de fácies xisto verde a anfibolito alto.

2.2.4 FORMAÇÃO TUMIRITINGA

De acordo com Vieira (2007) esta unidade é composta por xistos, as vezes com aspecto gnáissico e intercalações de mármore, quartzitos, rochas calcissilicáticas e metavulcanoclásticas félsicas. A paragênese é de metamorfismo de fácies anfibolito alto.

2.2.5 FORMAÇÃO SÃO TOMÉ

A formação foi descrita inicialmente por Barbosa *et al.* (1964) na região do Médio Rio Doce, como xistos com mineralogia composta por biotita, quartzo, granada e em determinados locais, estaurolita e muscovita. Podendo apresentar schorl e plagioclásio como minerais acessórios.

Em Kawata (2018), o autor descreve a formação São Tomé como quartzo-biotita xistos/gnaisses com uma determinada variedade de quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, granada, estaurolita e subordinadamente, feldspato potássico, turmalina, cordierita, apatita, zircão, titanita e opacos.

Essas camadas alternam-se com rochas calcissilicáticas, mármore e rochas anfibolíticas. A presença de cianita marca a passagem gradual dos xistos em gnaisses. Grande parte dos pegmatitos da região estão encaixados nos biotita-quartzo xistos da Formação São Tomé (Oliveira 2000; Chaves *et al.* 2005).

A unidade apresenta xistosidade principal de caimento nas direções NW e SW com altos ângulos. São notórias intrusões de diques de aplitos, rochas granitoídes e pegmatitos, de forma concordante e discordante em relação a foliação principal, Scholz *et al.* (2001).

2.2.6 SUÍTE INTRUSIVA GALILÉIA

O primeiro estudo realizado a respeito da Suíte Intrusiva Galiléia foi através de Barbosa *et al.* (1964), em que os autores introduziram esta suíte como Tonalito Galiléia. Este que se referia às grandes exposições com domínio de tonalito, granodiorito, gnassóides do médio Rio Doce. Foi descrito um contato intrusivo pelos autores entre a suíte e rochas dos Grupos São Tomé e Crenaque. Vieira (1993), denominou como Suíte Intrusiva Galiléia, nome já estabelecido em Silva *et al.* (1987), porém como o agrupamento de não só das rochas tonalíticas definidas anteriormente, como também granodioritos e trondhjemitos associados a estas.

A Suíte trata-se de um corpo granítico com formato alongado com disposição NNW-SSE, e apresenta dois tipos de foliações, uma formada em condições de estado sólido e a outra preservada subordinamente, sendo uma foliação do fluxo magmático, Nalini (1997).

A mineralogia essencial dos tonalitos dessa unidade são oligoclásio e andesina, quartzo, biotita e hornblenda e microclina. Já nos granodioritos, são constituídos por quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda. E contam também com uma variedade de minerais acessórios como allanita, titanita, apatita, zircão, clinozoizita e opacos, Vieira (2000).

2.3 GEOLOGIA LOCAL

Os pegmatitos amostrados para o estudo deste trabalho estão localizados no distrito de Linópolis, município pertencente a Divino das Laranjeiras (Figura 2.2). A região faz parte do Campo Pegmatítico de Galiléia –Mendes Pimentel, Distrito Pegmatítico de Conselheiro Pena (Netto *et al.*,1999). Eles encontram-se em grande parte encaixados em biotita xisto da

Formação São Tomé, sendo estes concordantes com a foliação em sua maioria. Ou preenchendo fraturas de forma sub vertical/ horizontal a rochas graníticas como o Tonalito Galiléia, em menor escala. Pode se perceber nos contatos dos micaxistos feições de turmalinização, feldspatização e muscovitização (Pinto, 2001).

A área em questão caracteriza-se pela presença de grande variedade de minerais fosfáticos de origem tardia e/ ou hidrotermal, demonstrando assim uma paragênese complexa (Scholz *et al.* 2000; Bilal *et al.* 1998; Cassedanne, 1983).

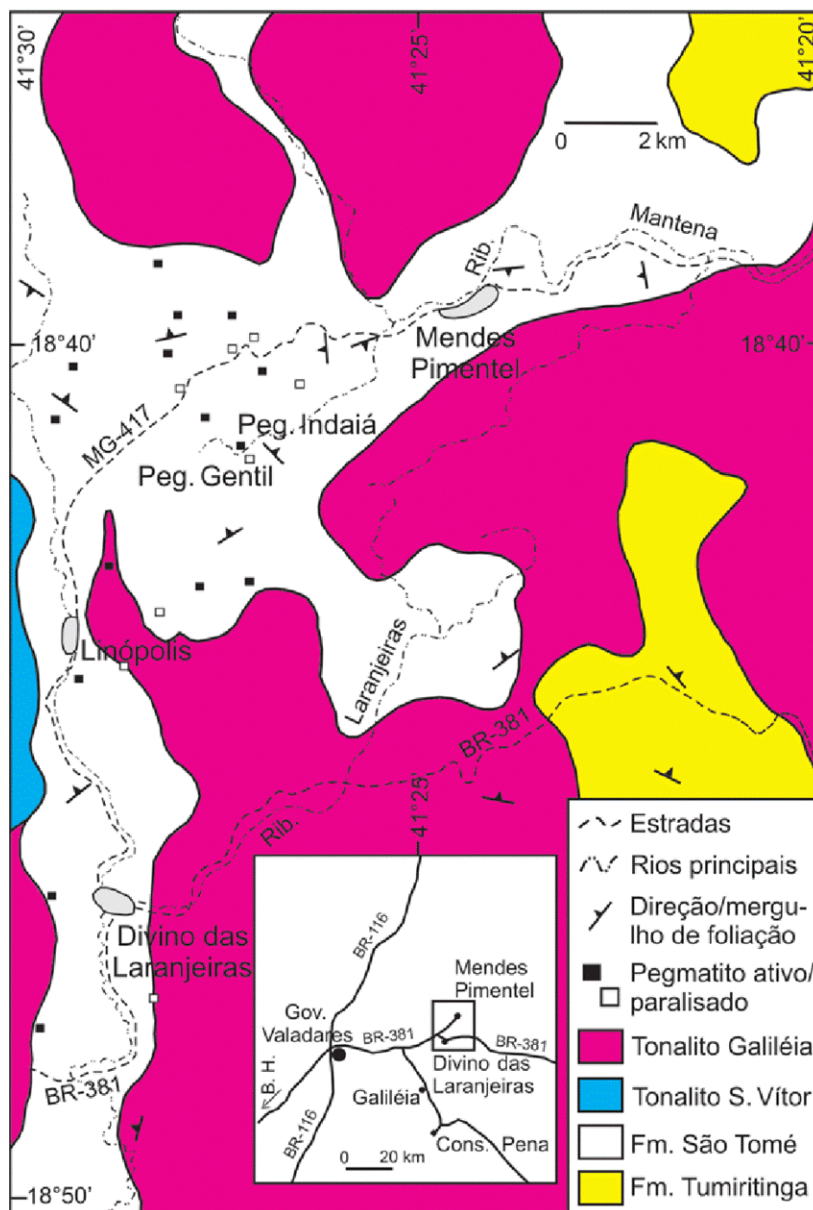


Figura 2.2- Geologia da região de Divino das Laranjeiras e Mendes Pimentel (MG), com a localização de Linópolis nesse contexto (Chaves & Scholz, 2008).

CAPÍTULO 3

GEOLOGIA DE CAMPO

Os pegmatitos do objeto de estudo foram amostrados da Lavra Luís I e Lavra do Ácio. O Pegmatito Luis I encontra-se encaixado no Biotita-xisto (Fm São Tomé) em forma de “canoão”, enquanto o Pegmatito Ácio é encaixado sub-verticalmente também em “canoão” no Biotita-xisto (Fm São Tomé).



Figura 3.1- Vista do afloramento do pegmatito da Lavra Luís I. A direita, pegmatito com presença de bastante feldspato rosado, mica e veios de quartzo.

A lavra Luís I (Figura 3.1) tem forma lenticular e possui basicamente uma mineralogia composta por quartzo, feldspato potássico, turmalina negra, biotita e muscovita em suas bordas, e em sua zona intermediária encontra-se também feldspato pertítico, quartzo, fenocristais de turmalinas e muscovita. Os feldspatos coletados apresentaram coloração branca, bege, rosada e esverdeada. E também a presença de percolação de Mn em algumas amostras.

A lavra do Ácio (Figura 3.2) apresenta também forma lenticular, porém de porte maior e sua mineralogia de borda inclui quartzo, feldspato potássico, muscovita e turmalina negra. A sua zona intermediária apresenta feldspato, quartzo, muscovita e turmalina negra. Os feldspatos apresentaram coloração bege a amarelada.



Figura 3.2- Vista do afloramento de pegmatito da Lavra do Ácio. A esquerda, o xisto da formação São Tomé aflorando e a direita, entrada da lavra subterrânea.

Os minerais coletados nas duas lavras foram identificados com o prefixo L para os pertencentes a lavra Luís I e com o prefixo A, os pertencentes a lavra do Ácio, assim como pode-se observar abaixo (Tabela 1 e Figuras 3.3, 3.4 e 3.5).

Tabela 1- Identificação das amostras coletadas em cada lavra e os respectivos minerais identificados macroscopicamente.

<i>Lavra Luís I</i>	Mineral identificado	<i>Lavra do Ácio</i>	Mineral identificado
L1	Feldspato branco	A1a	Mica
L2	Albita	A1b	Feldspato
L3	Feldspato rosado	A1c	Turmalina Preta
L4	Berilo	A2	Turmalina Preta
L5a	Mica		
L5b	Turmalina preta		
L6	Feldspato		
L8	Feldspato com lítio		
L9	Feldspato esverdeado		

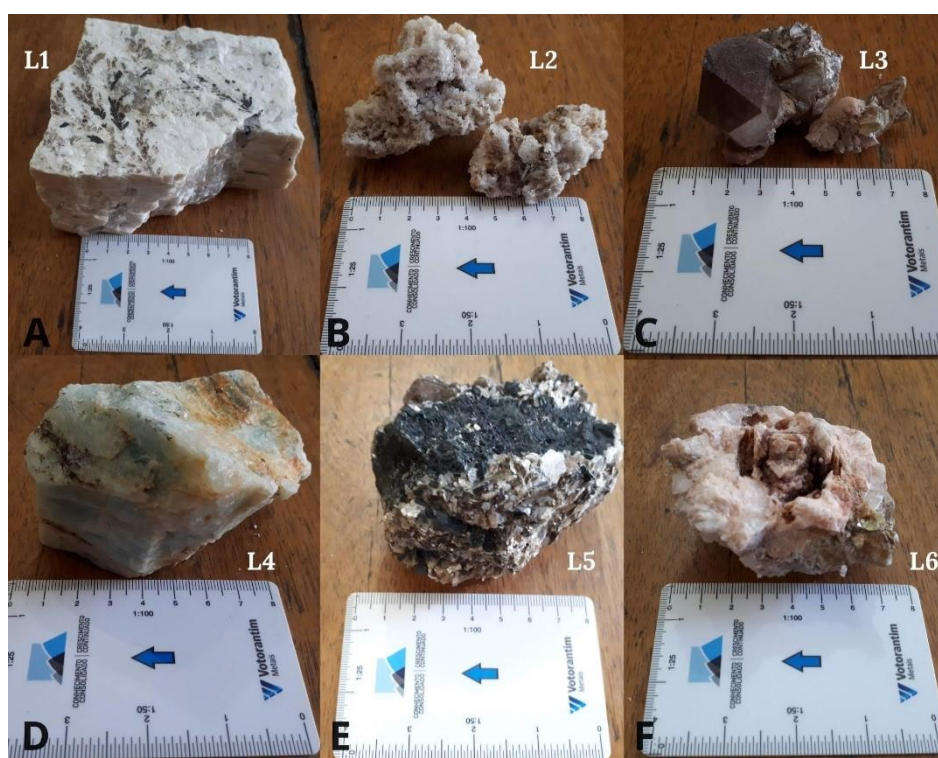


Figura 3.3- Amostras coletadas da Lavra do Luis I. A) Amostra L1, feldspato com agregado dendritico de Mn. B) Amostra L2, feldspato. C) Amostra L3, mica, fenocristal de quartzo e feldspato. D) Amostra L4, berilo de coloração esverdeada. E) Amostra L5, micas incrustadas em turmalina preta. F) Amostra L6, feldspato rosado.

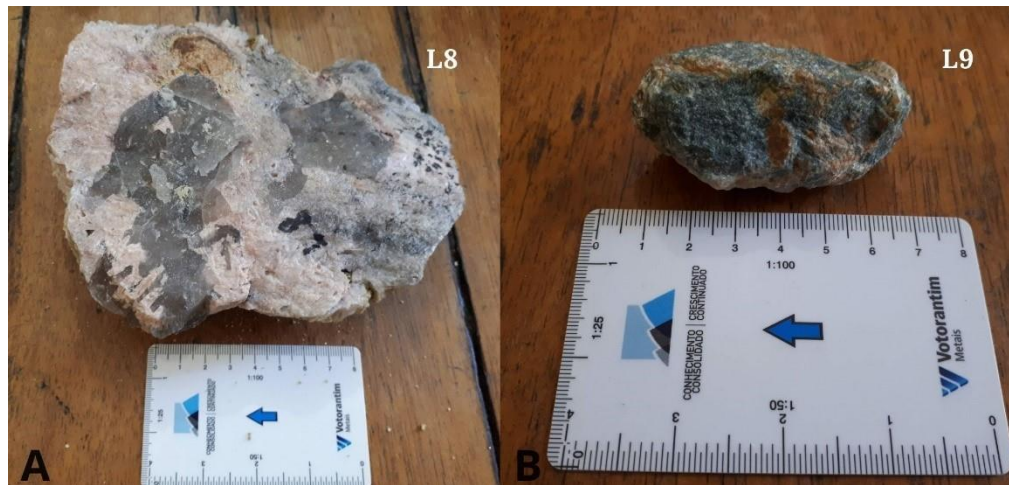


Figura 3.4- Amostras coletadas da Lavra do Luis I. A) Amostra L8, feldspato meio rosado com incrustação de lítio. B) Amostra L9, feldspato esverdeado.

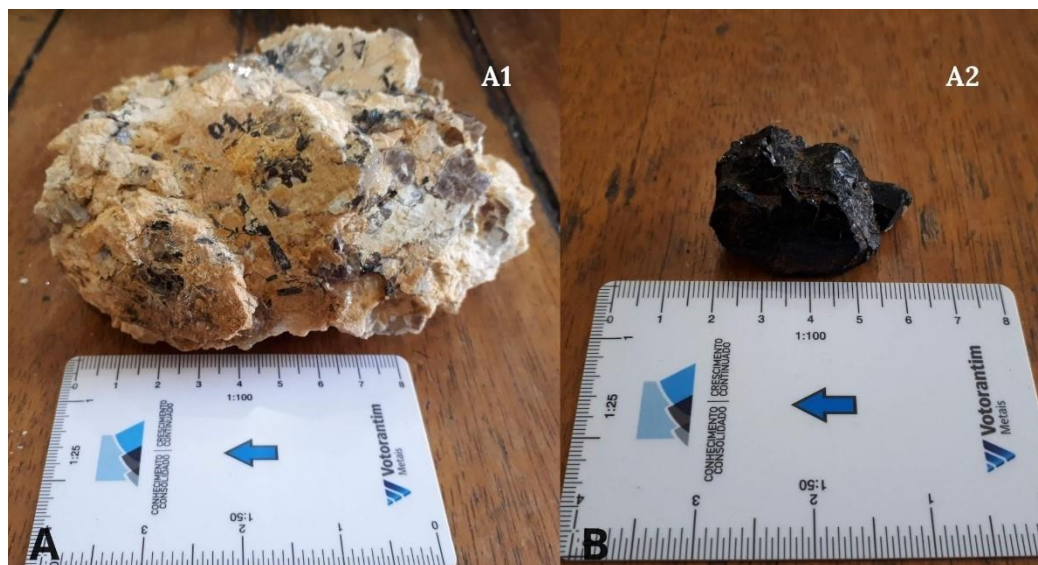


Figura 3.5- Amostras coletadas da Lavra do Ácio. A) Amostra A1, feldspato com turmalina e mica incrustadas. B) Amostra A2, turmalina negra.

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os resultados obtidos pela parte experimental do trabalho são expostos nesse capítulo em forma de tabelas, gráficos e imagens, de maneira a proporcionar uma maior facilidade de leitura e entendimento da análise. Primeiramente é apresentado o resultado e posteriormente sua respectiva interpretação. Para se chegar ao nome do mineral, foram feitas comparações dos resultados das análises com a base de dados dos sites *webmineral.com* e *mindat.org*.

4.2 AMOSTRAS DA LAVRA DO ÁCIO

4.2.1 MEV / AMOSTRA A1a

No MEV, foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.1). Seis pontos foram escolhidos para a realização de análises químicas semi-quantitativas no modo EDS, onde encontram-se marcados os pontos de 1 a 6.

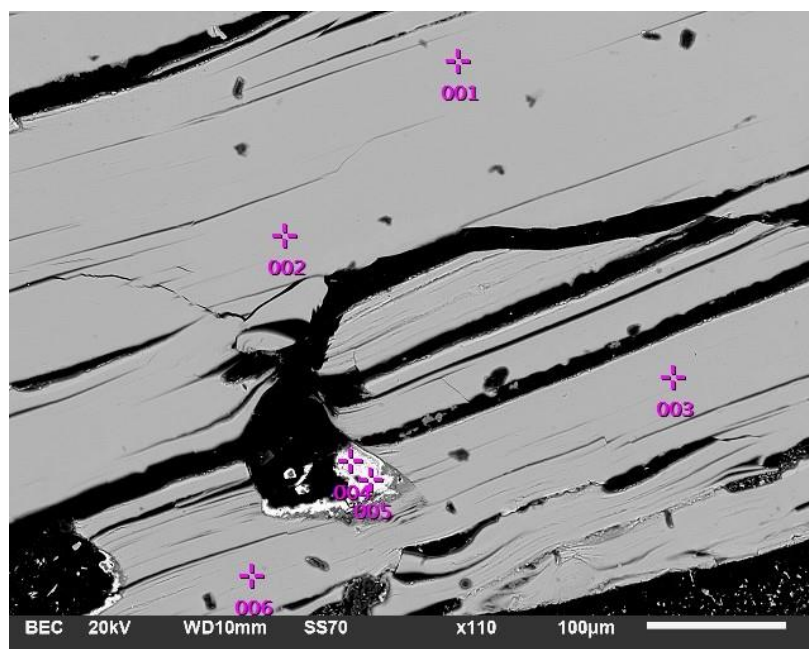


Figura 4.1- Imagem por MEV da amostra A1a.

As variedades de tons de cinza são devido às diferenças de massas atômicas, sendo as faixas transversais pretas indicativo de clivagem pinacoidal. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais.

Tanto no ponto 1, 2, 3 e 6 é perceptível no espectrômetro, que detecta a energia emitida, picos característicos de alguns elementos como Al e Si, como demonstrado nas figuras abaixo (Figuras 4.2 a 4.5). Tendo como base a composição mineralógica obtida, o mineral em questão é compatível com a muscovita. Trata-se de uma muscovita com menores quantidades de sódio em sua composição, indicando processo de diferenciação do pegmatito com a substituição do K por Na.

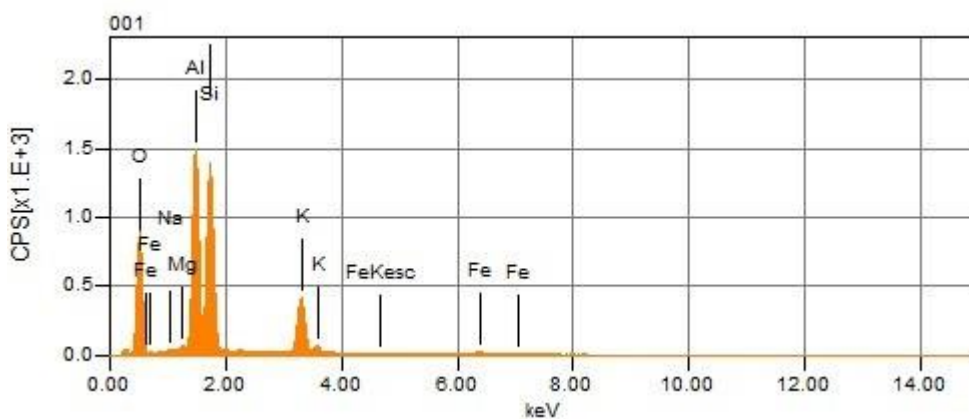


Figura 4.2- Espectro da amostra A1a no ponto 1.

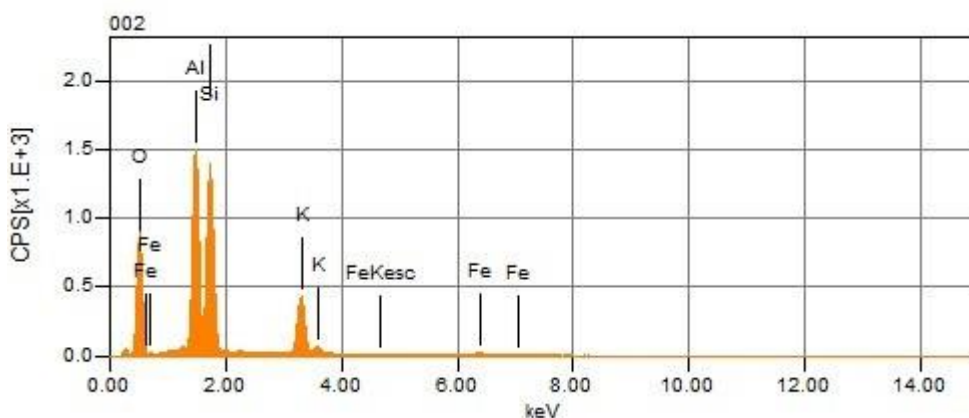


Figura 4.3- Espectro da amostra A1a no ponto 2.

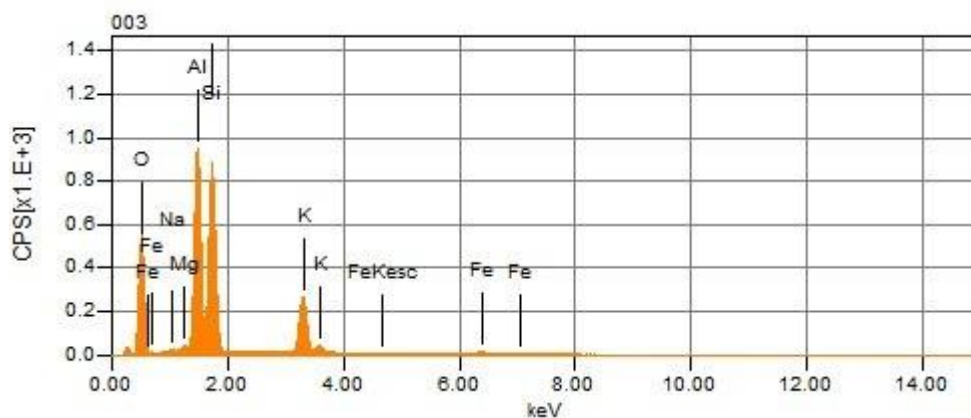


Figura 4.4- Espectro da amostra A1a no ponto 3.

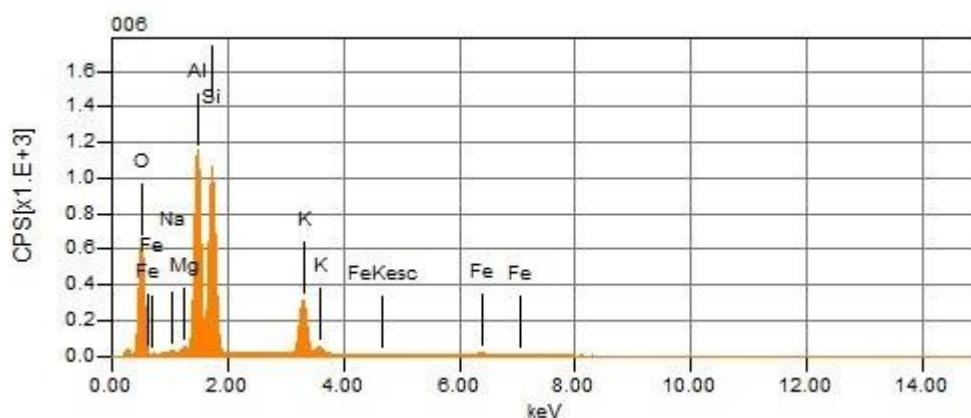


Figura 4.5- Espectro da amostra A1a no ponto 6.

Tanto no ponto 4 e 5 pode-se perceber através das imagens dos espectros (Figuras 4.6 e 4.7) predominância quase que total dos elementos Mn e Al, provavelmente uma inclusão de óxido de Mn, o que indica ser o mineral litioforita, $(\text{Li, Al}) \text{MnO}_2(\text{OH})$, uma vez que o Li e H não conseguem ser visualizados na análise do MEV.

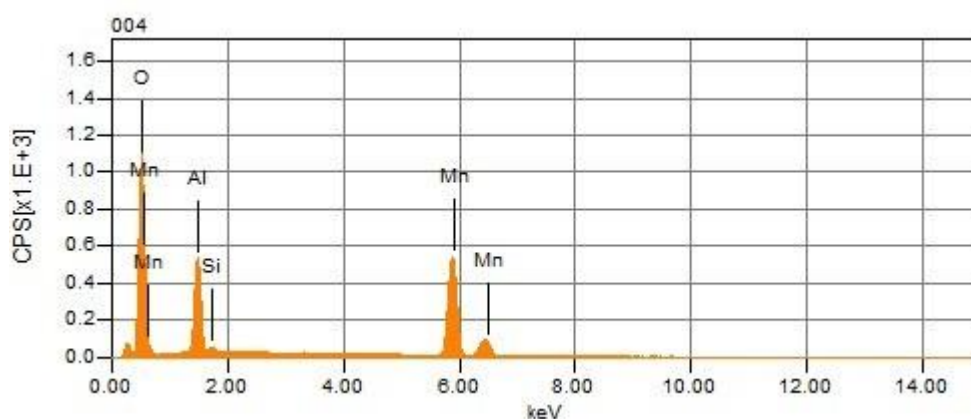


Figura 4.6- Espectro da amostra A1a no ponto 4.

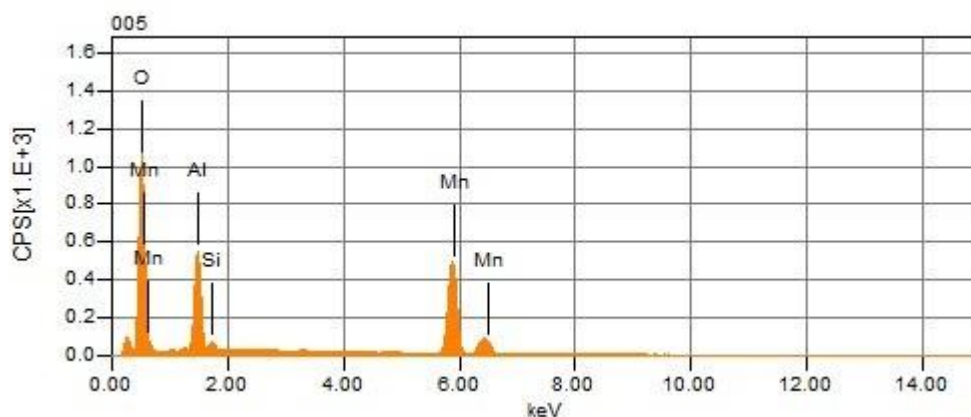


Figura 4.7- Espectro da amostra A1a no ponto 5.

Os resultados exibidos na Tabela 2 são uma maneira de simplificar e analisar os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra.

Pode-se assim observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 2- Distribuição de teores de óxidos na amostra A1a.

Ponto:	1	2	3	4	5	6
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.45	-	0.51	-	-	0.45
MgO	1.08	-	1.00	-	-	1.03
Al ₂ O ₃	34.40	35.16	34.49	26.09	28.02	34.61
SiO ₂	49.56	51.53	49.29	2.34	3.07	49.47
K ₂ O	12.22	13.31	12.37	-	-	12.28
MnO	-	-	-	71.57	68.90	-
FeO	2.28	-	2.34	-	-	2.16
Total	99.99	100	100	100	99.99	100
Mineral:	muscovita	muscovita	muscovita	litioforita	litioforita	muscovita

4.2.2 MEV / AMOSTRA A1b

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.8).

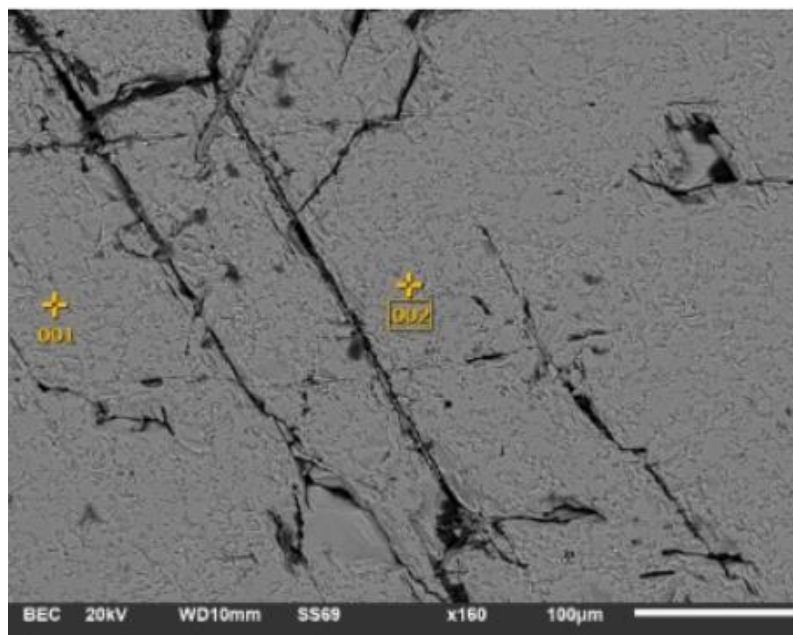


Figura 4.8- Imagem por MEV da amostra A1b.

Dois pontos foram escolhidos para a análise, 1 e 2. Percebe-se pela presença apenas de uma tonalidade de cor cinza que há possivelmente um único mineral. A superfície rugosa indica alteração por intemperismo. Duas direções de clivagem são observadas.

A imagem gerada do espectro pelo modo EDS da amostra não ficou muito representativa devido ao relevo rugoso do mineral, porém percebe-se uma alta dos elementos Si, Al e Na. O que é compatível com um feldspato sódico, a albita.

A Tabela 3 simplifica os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Permitindo-se assim analisar e observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 3- Distribuição de teores de óxidos na amostra A1b.

Ponto:	1	2
O	0.00	0.00
CaO	0.86	0.77
Na ₂ O	11.78	12.20
Al ₂ O ₃	19.25	19.17
SiO ₂	68.10	67.98
Total	99.99	100.12
Mineral	albita	albita

4.2.3 MEV / AMOSTRA A1c

No MEV foi gerada a imagem abaixo para análise (Figura 4.9). Dez pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS (pontos 1 a 10). As variedades de tons de cinza são devido às diferenças de massas atômicas nos elementos que compõem os minerais da amostra. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais.

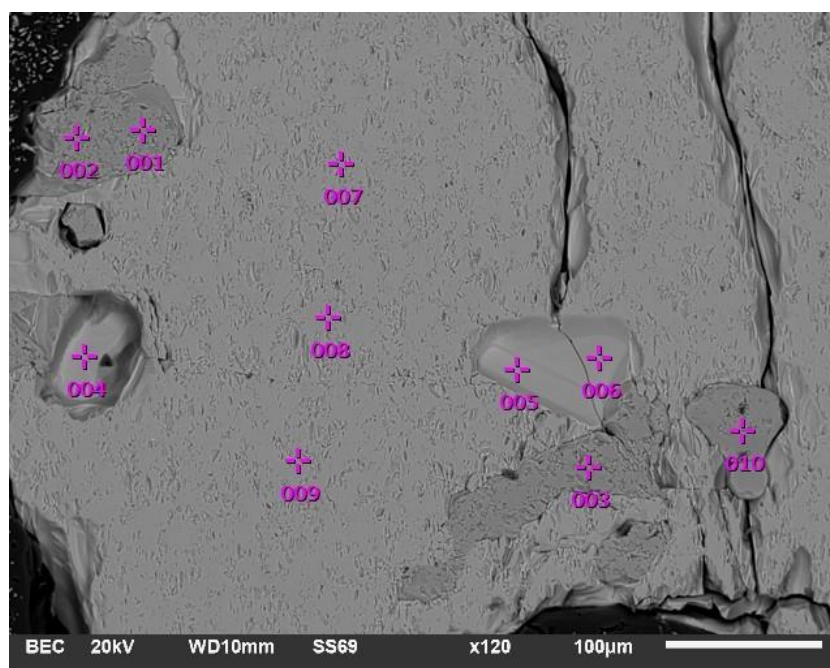


Figura 4.9- Imagem por MEV da amostra A1c.

Tanto no ponto 1, 2, 3 e 10 representados (Figuras 4.10 a 4.13) abaixo, foram identificados os elementos Si e O, como predominantes, indicando ser o mineral quartzo.

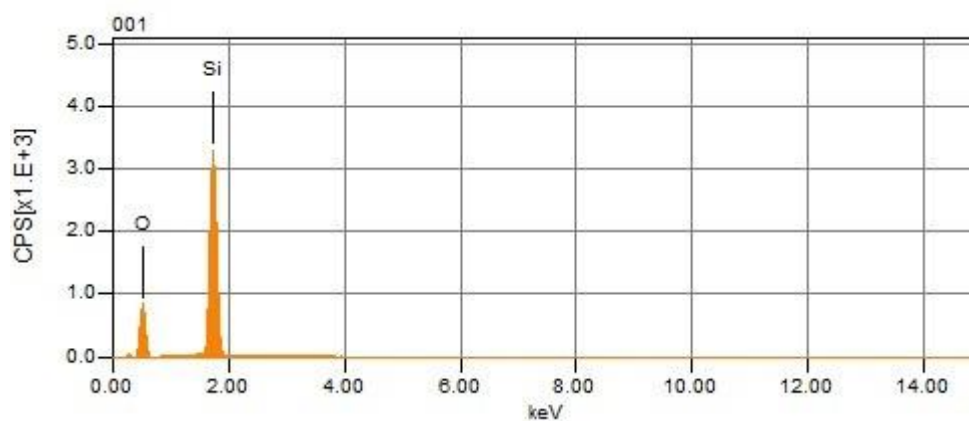


Figura 4.10- Espectro da amostra A1c no ponto 1.

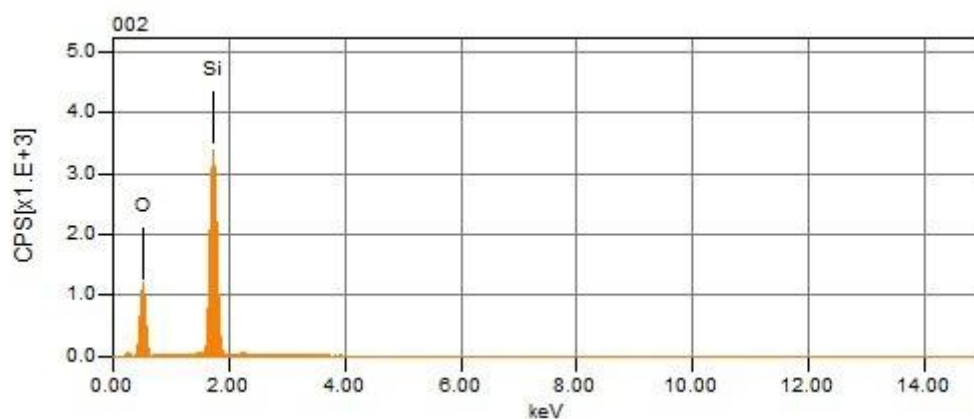


Figura 4.11- Espectro da amostra A1c no ponto 2.

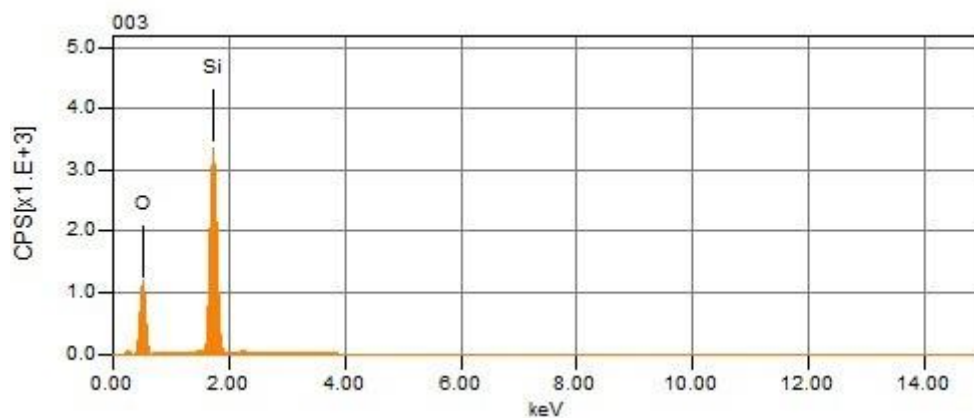


Figura 4.12- Espectro da amostra A1c no ponto 3.

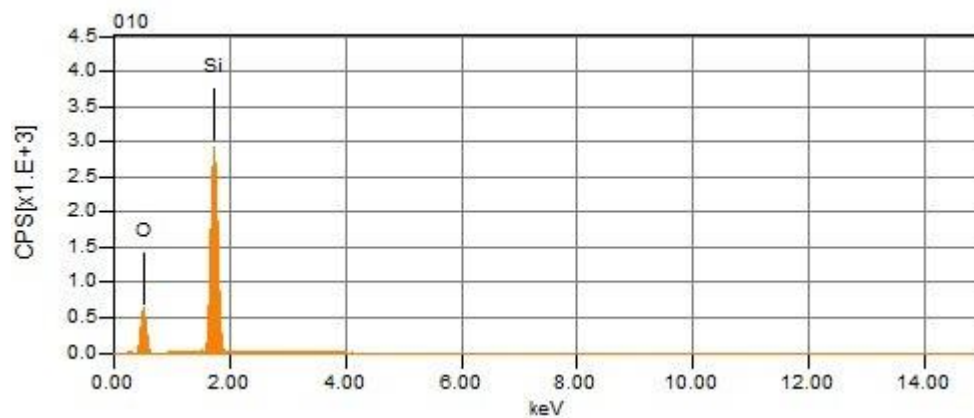


Figura 4.13- Espectro da amostra A1c no ponto 10.

Nos demais pontos 4, 5, 6, 7, 8 e 9, é possível observar (Figuras 4.14 a 4.19) abaixo dos espectros uma alta nos elementos Al, Si, Na, Fe e Mg. O que é compatível com o mineral do grupo turmalina. O Mg ocorre em substituição parcial ao Fe, indicando ser um membro intermediário entre schorl e dravita, com predominância do membro schorl.

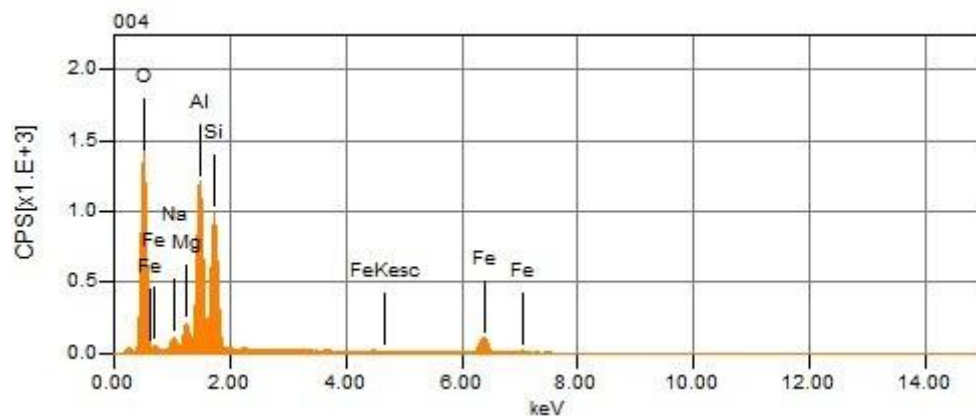


Figura 4.14- Espectro da amostra A1c no ponto 4.

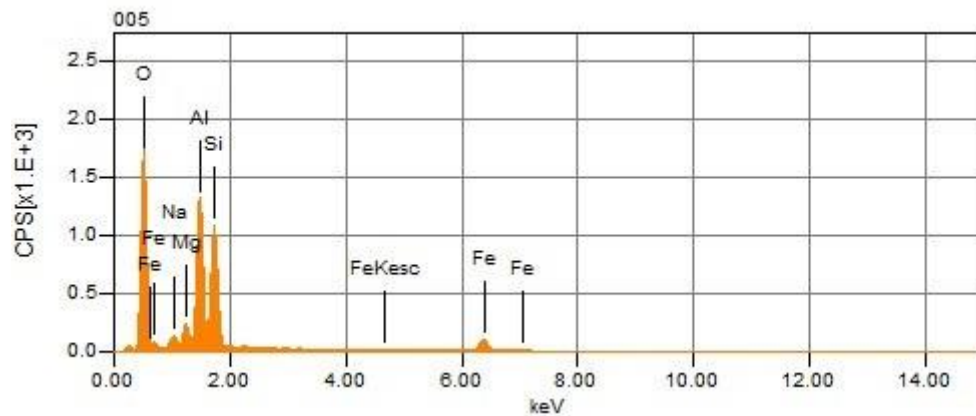


Figura 4.15- Espectro da amostra A1c no ponto 5.

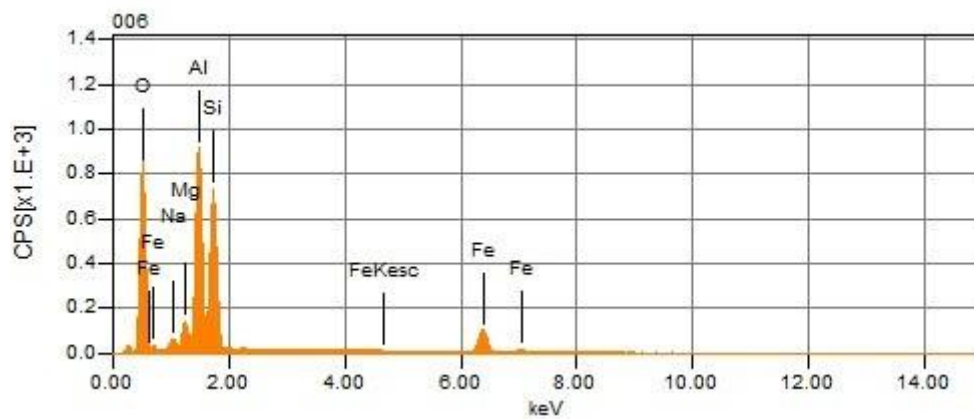


Figura 4.16- Espectro da amostra A1c no ponto 6.

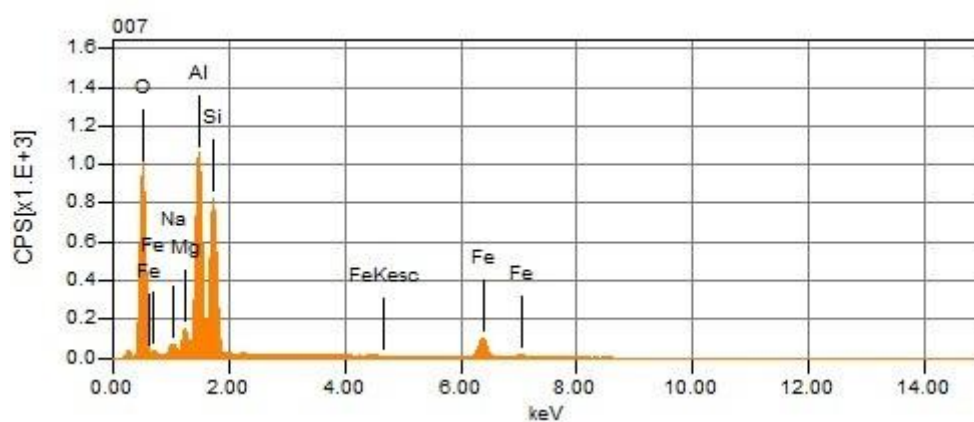


Figura 4.17- Espectro da amostra A1c no ponto 7.

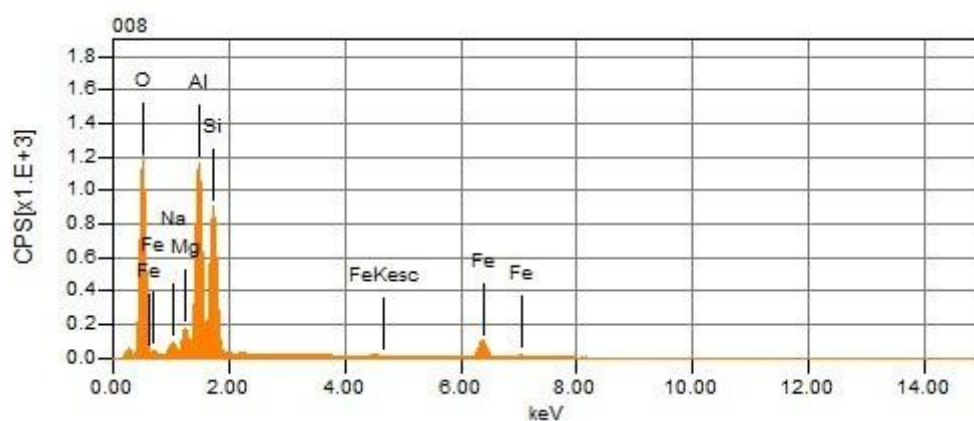


Figura 4.18- Espectro da amostra A1c no ponto 8.

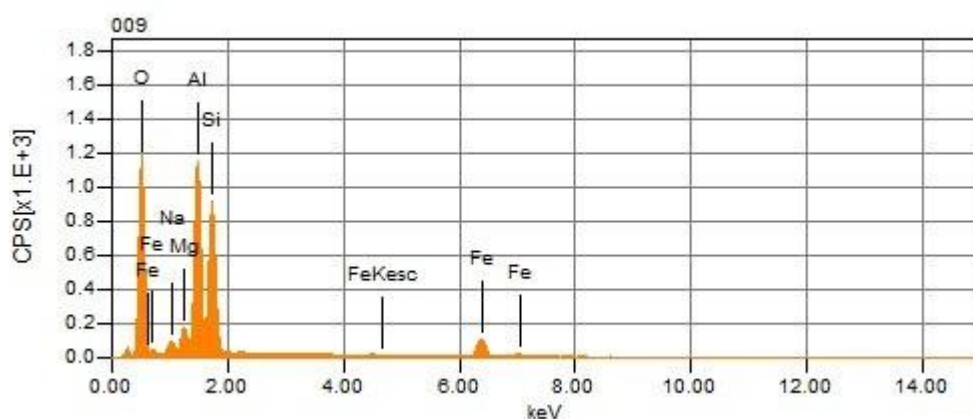


Figura 4.19- Espectro da amostra A1c no ponto 9.

Os resultados exibidos na Tabela 4 abaixo são uma maneira de simplificar e analisar os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 4- Distribuição de teores de óxidos na amostra A1c.

Ponto:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	-	-		2.90	3.19	2.34	2.33	2.68	2.69	-
MgO	-	-	-	6.02	6.13	5.35	5.08	5.53	5.44	-
Al ₂ O ₃	-	-	-	35.88	36.07	35.62	36.57	36.75	36.50	-
SiO ₂	100.00	100.00	100.00	43.49	43.88	41.68	42.55	43.08	43.04	100.00
FeO	-	-	-	11.71	10.73	15.01	13.46	11.96	12.33	-
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00	
Mineral	quartzo	quartzo	quartzo	schorl-dravita	schorl-dravita	schorl-dravita	schorl-dravita	schorl-dravita	schorl-dravita	quartzo

A presença do membro intermediário schorl-dravita é comum na fase magmática do pegmatito, caracterizando um ambiente menos diferenciado, devido ao teor relativamente elevado em Mg no sistema pegmatítico.

4.2.4 MEV / AMOSTRA A2

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.20). Três pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS, pontos 1, 2 e 3. Aparentemente por apresentar apenas uma tonalidade de cinza há presença de apenas uma fase mineral.

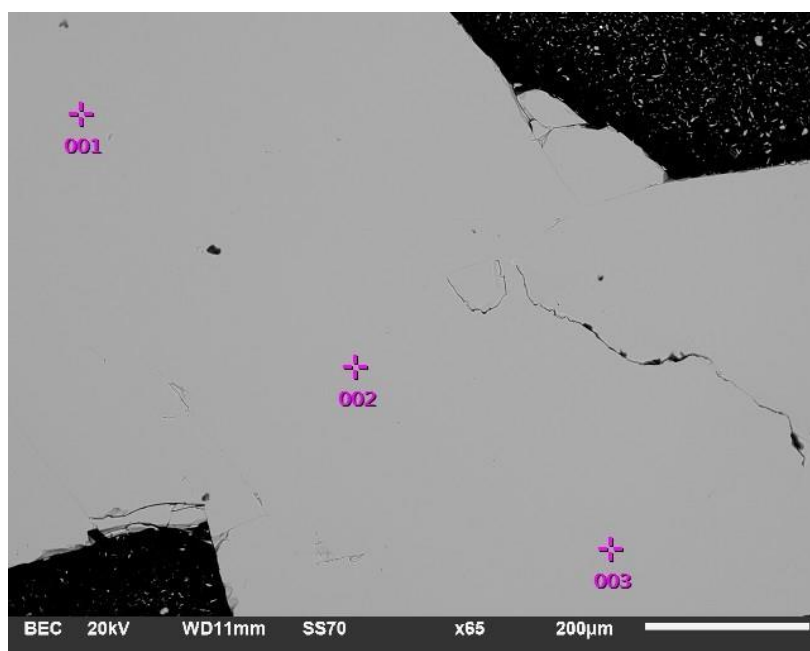


Figura 4.20- Imagem por MEV da amostra A2.

Tanto nos pontos 1, 2 e 3 foram observados picos dos elementos Al, Si e Fe nas figuras abaixo (Figuras 4.21 a 4.23). O que é compatível com o mineral turmalina, membro schorl, com menor quantidade de dravita.

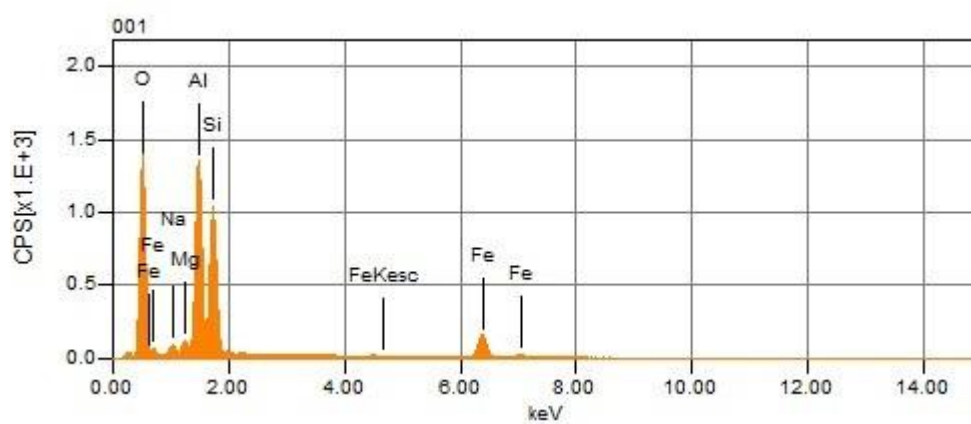


Figura 4.21- Espectro da amostra A2 no ponto 1.

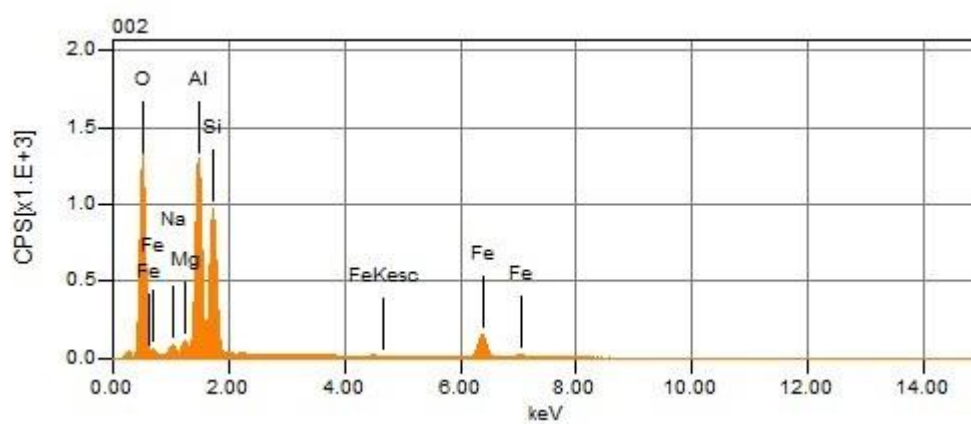


Figura 4.22- Espectro da amostra A2 no ponto 2.

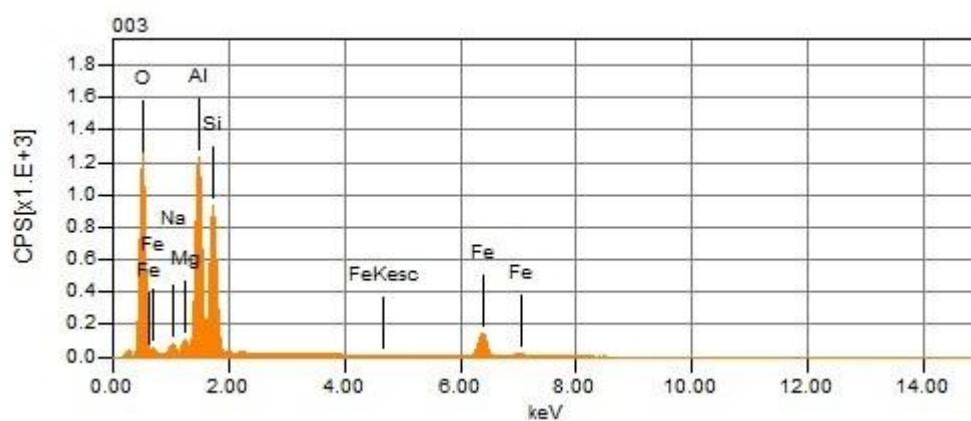


Figura 4.23- Espectro da amostra A2 no ponto 3.

Os resultados apresentados na Tabela 5 demonstram os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim observar a composição específica de cada ponto da análise.

A diminuição no teor em Mg indica diferenciação magmática, podendo-se inferir ser uma turmalina proveniente de porções mais internas do pegmatito.

Tabela 5- Distribuição de teores de óxidos na amostra A2.

Ponto:	1	2	3
O	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	2.09	2.13	2.19
MgO	2.96	2.81	2.90
Al ₂ O ₃	36.83	36.74	36.56
SiO ₂	41.85	41.72	41.82
FeO	16.26	16.59	16.53
Total	99.99	99.99	100.00
Mineral	schorl-dravita	schorl-dravita	schorl-dravita

4.3 AMOSTRAS DA LAVRA LUÍS I

4.3.1 MEV / AMOSTRA L1

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.24).

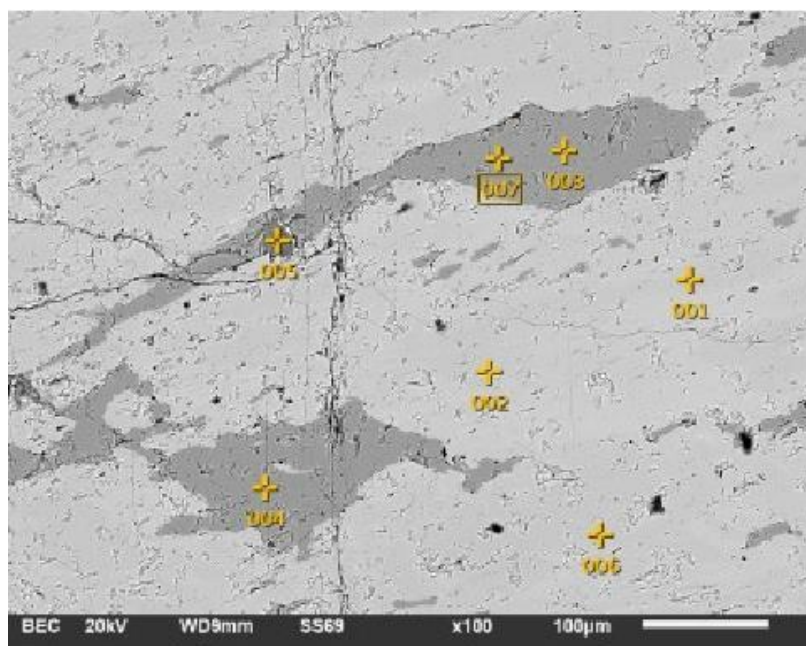


Figura 4.24- Imagem por MEV da amostra L1.

Sete pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS (pontos 1 a 7). As variedades de tons de cinza são devido às diferenças de massas atômicas. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais.

As imagens dos espectros da amostra L1 ficaram com a qualidade inferior devido ao intemperismo mais avançado e a formação de superfície mais rugosa, o que diminui a contagem e a detecção de elétrons. Desta forma será utilizada apenas a tabela de teores de óxidos, TAB.5, para a análise dessa amostra em específico.

Nos pontos 1, 2 e 6 foram observadas quantidades altas de sílica em sua composição e cerca de 17% de Al_2O_3 , 18% K_2O e um pouco de Na_2O na estrutura do mineral, o que é uma composição compatível com o microclínio.

Tanto os pontos 3, 4 e 7, percebe-se cerca de 70% de sílica, 18% de Al_2O_3 e cerca de 11% de Na_2O em sua composição, sendo compatível com albita. Conclui-se então a presença de pertita no mineral, uma vez que há lamelas de albita exsolvida dentro do microclínio.

O ponto 5, possui composição de óxidos basicamente com aproximadamente 58% de sílica e 41% de Al_2O_3 e um pouco de Na_2O , o que é compatível com a caulinita. Provavelmente há presença deste mineral devido a transformação da albita.

A Tabela 6 exhibe os resultados obtidos através das análises no modo EDS, de forma a simplificar os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra, tendo-se então a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 6- Distribuição de teores de óxidos na amostra L1.

Ponto:	1	2	3	4	5	6	7
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.71	0.78	10.83	10.63	0.16	0.44	11.17
Al ₂ O ₃	17.32	17.08	18.52	18.63	41.80	17.02	18.67
SiO ₂	64.24	64.44	70.64	70.74	58.04	64.35	70.17
K ₂ O	17.73	17.70	-	-	-	18.19	-
Total	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00	100.00	100.01
Mineral	microclínio	microclínio	albita	albita	caulinita	microclínio	albita

4.3.2 MEV / AMOSTRA L2

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.25).

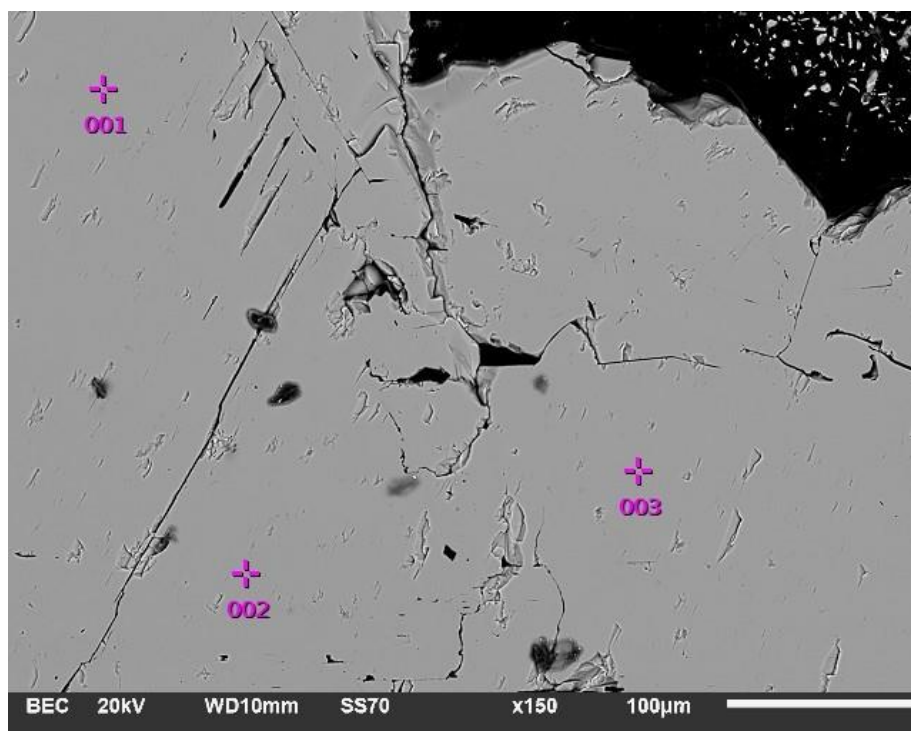


Figura 4.25- Imagem por MEV da amostra L2.

Três pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS, pontos 1, 2 e 3. Aparentemente por apresentar apenas uma tonalidade de cinza há presença de apenas uma fase mineral. Duas direções de clivagem são observadas.

Tanto nos pontos 1, 2 e 3, observando as imagens dos espectros abaixo (Figuras 4.26 a 4.28) demonstra-se picos de energia dos elementos Si, Al e Na. O que é compatível com a albita.

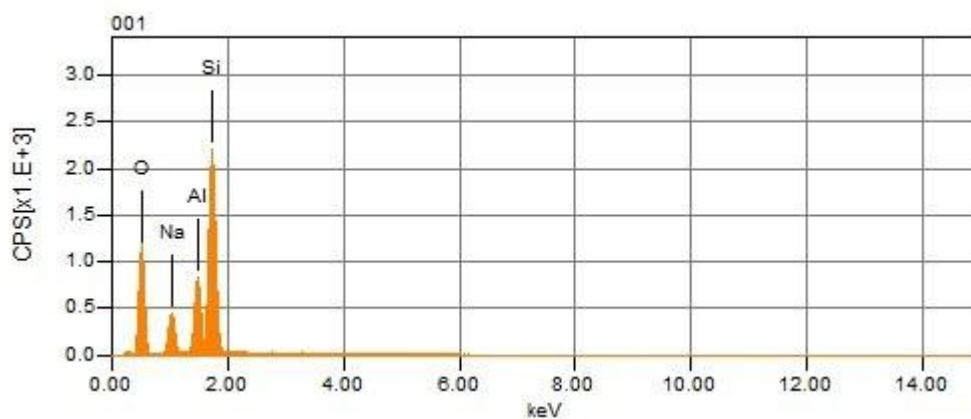


Figura 4.26- Espectro da amostra L2 no ponto 1.

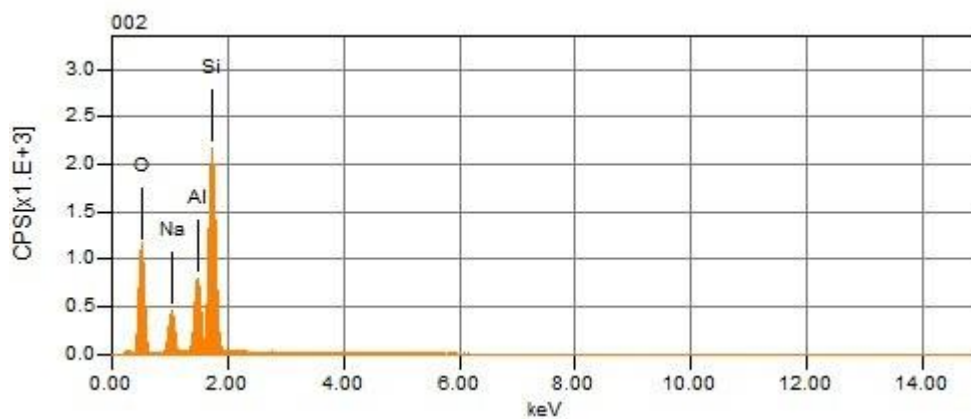


Figura 4.27- Espectro da amostra L2 no ponto 2.

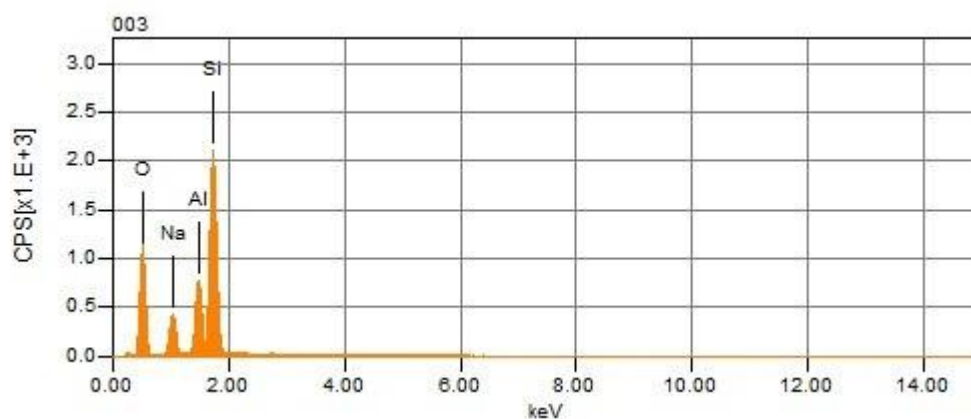


Figura 4.28- Espectro da amostra L2 no ponto 3.

A Tabela 7 apresenta os teores de cada ponto feito na análise através do modo EDS, em que se tem as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Facilitando-se assim a observação da composição específica de cada área demarcada.

Tabela 7- Distribuição de teores de óxidos na amostra L2.

Ponto:	1	2	3
O	0.00	0.00	0.00
Na2O	10.97	11.24	11.11
Al2O3	18.53	18.41	18.44
SiO2	70.50	70.35	70.46
Total	100.00	100.00	100.01
Mineral	albita	albita	albita

4.3.3 MEV / AMOSTRA L3

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.29). Dez pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS, (pontos 1 a 10). Os diferentes tons de cinza são devido às diferenças de massas atômicas. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais.

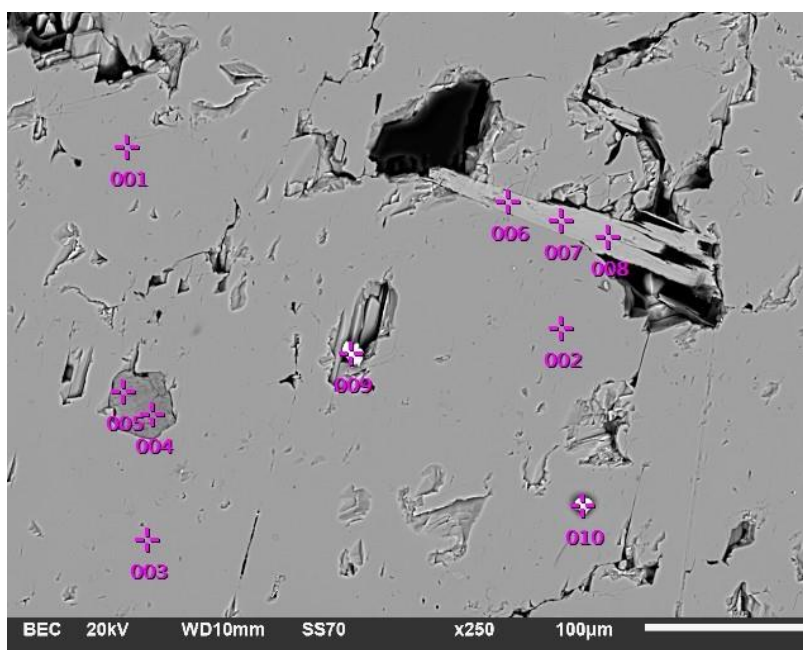


Figura 4.29- Imagem por MEV da amostra L3.

Observando os espectros dos pontos 1, 2 e 3 nas figuras abaixo (Figuras 4.30 a 32), percebe-se a presença de quatro elementos, Al, Si, O e Na. Sendo que os maiores picos de energia emitida são pro Si e Al. Esta composição mineralógica é compatível com a albita.

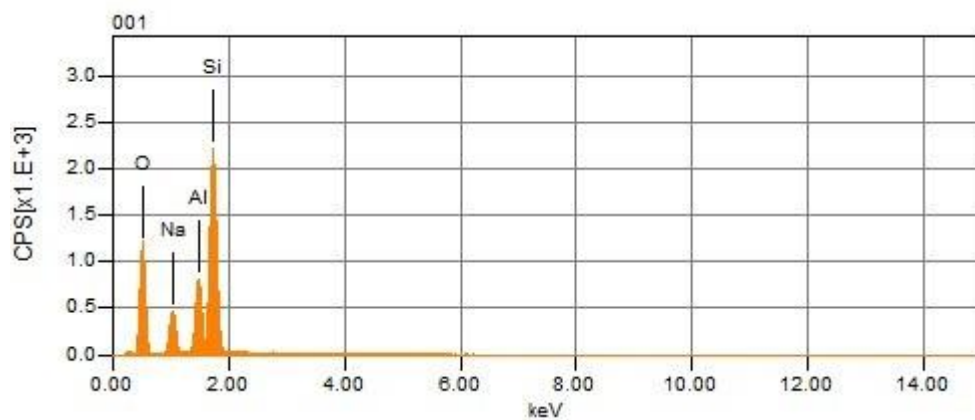


Figura 4.30- Espectro da amostra L3 no ponto 1.

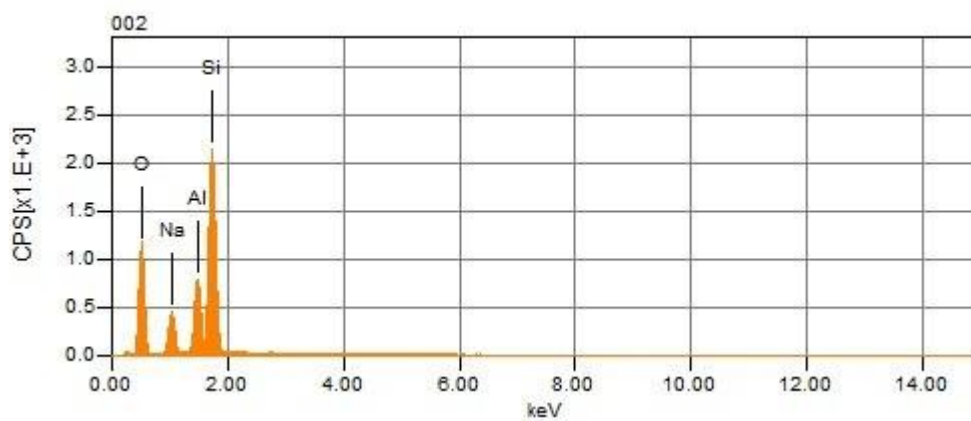


Figura 4.31- Espectro da amostra L3 no ponto 2.

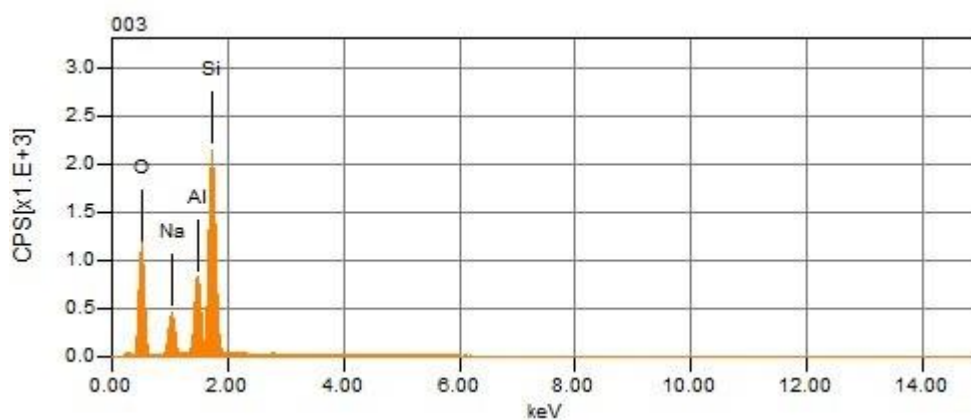


Figura 4.32- Espectro da amostra L3 no ponto 3.

Tanto no ponto 4 e 5, ao observar as imagens dos espectros abaixo (Figura 4.33 e 4.34) foram identificados abundância de Al e Si. Este foi um mineral não identificado pelo MEV.

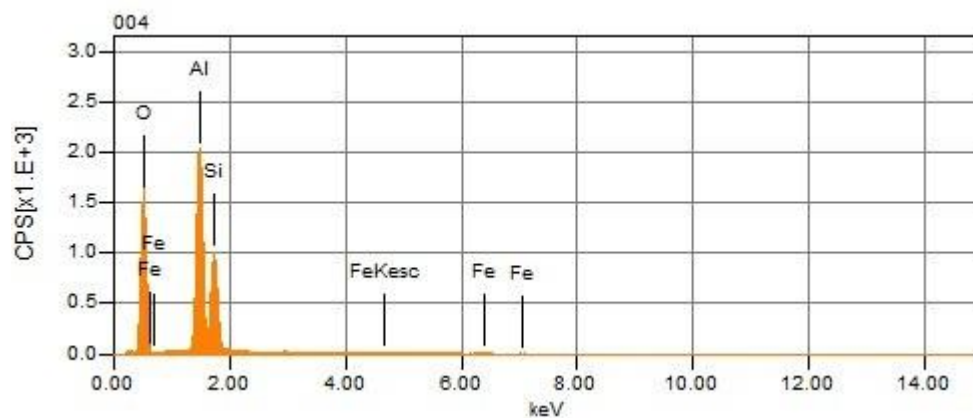


Figura 4.33- Espectro da amostra L3 no ponto 4.

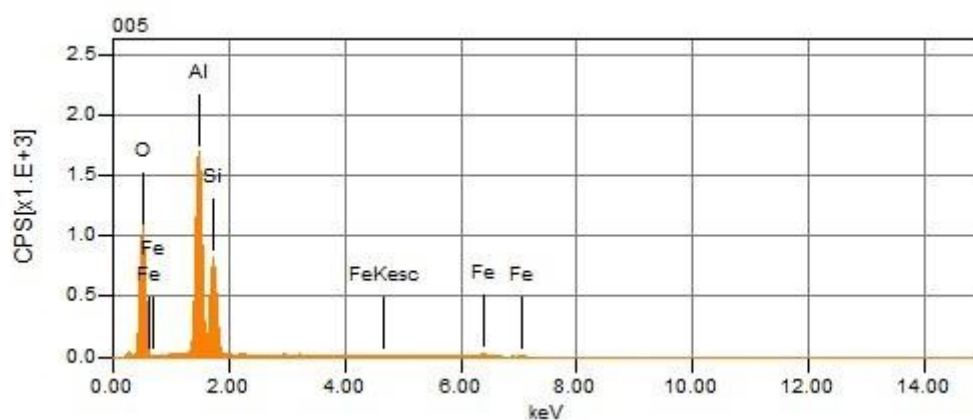


Figura 4.34- Espectro da amostra L3 no ponto 5.

Tanto no ponto 6, 7 e 8 ao observar as imagens EDS (Figuras 4.35 a 4.37) geradas com seus respectivos espectros, pode-se notar os elementos Al, Si, Na e K. Em que Al e Si são os de maior abundância. Esta composição mineral é compatível com a muscovita.

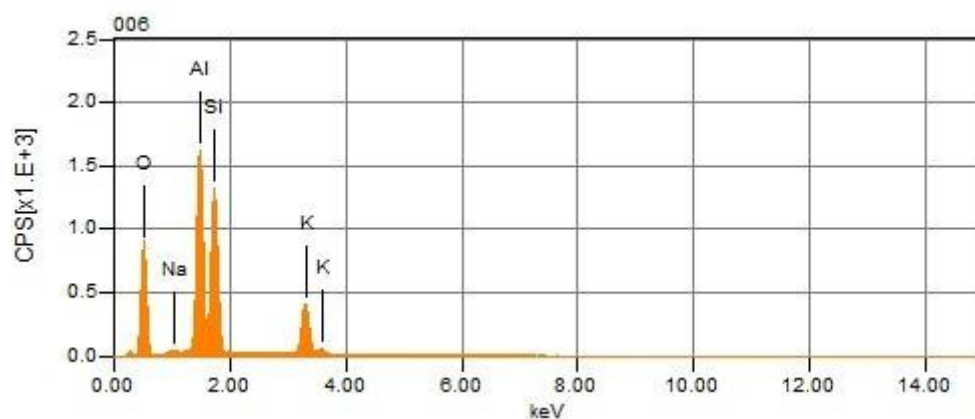


Figura 4.35- Espectro da amostra L3 no ponto 6.

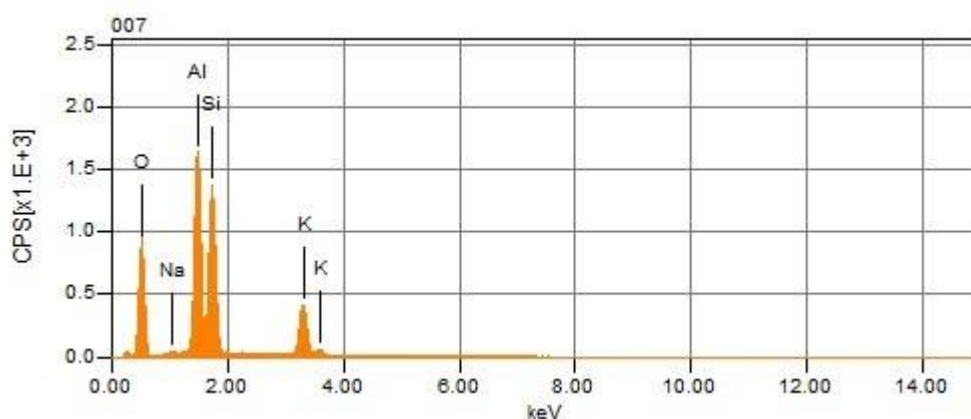


Figura 4.36- Espectro da amostra L3 no ponto 7.

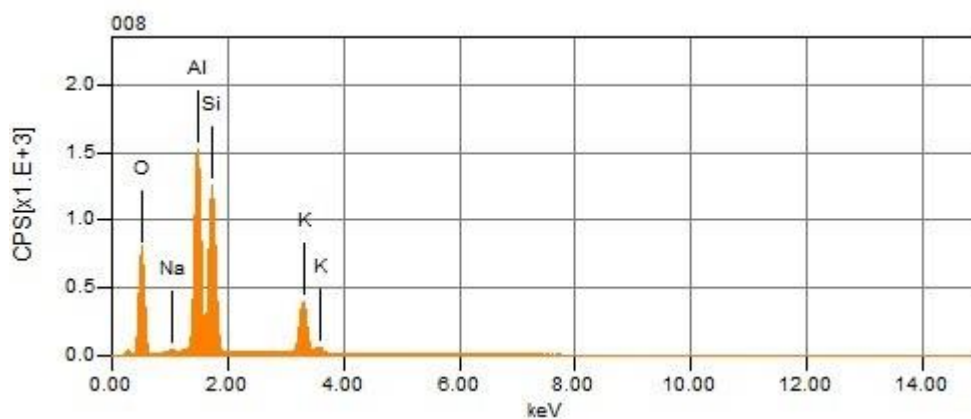


Figura 4.37- Espectro da amostra L3 no ponto 8.

O ponto 9, de acordo com a imagem do espectro EDS gerada (Figura 4.38), apresenta o elemento Fe em maior abundância na composição do mineral. Sendo compatível com a goethita, FeO (OH) .

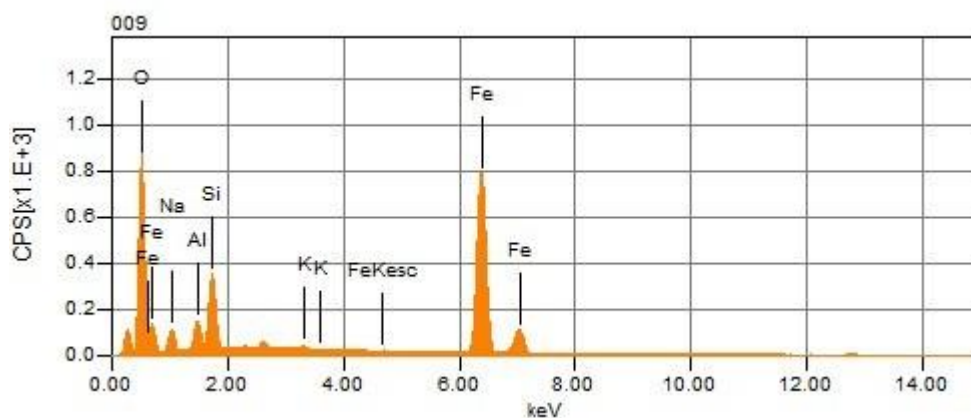


Figura 4.38- Espectro da amostra L3 no ponto 9.

Ao se observar a imagem do espectro (Figura 4.39) do ponto 10, percebe-se um mineral com predominância dos elementos Fe, Si e Al. Essa composição é compatível a almandina, $\text{Fe}^{2+}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)$.

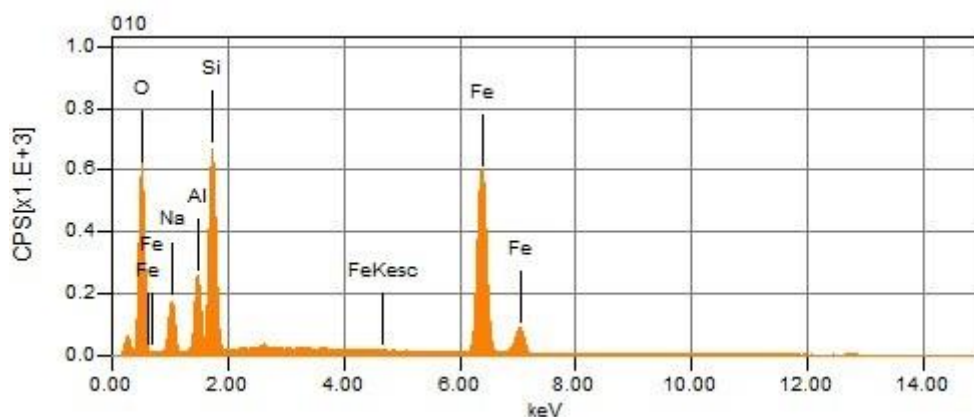


Figura 4.39- Espectro da amostra L3 no ponto 10.

Os resultados apresentados na Tabela 8 permitem a análise dos teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Tendo-se assim maior facilidade para se observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 8- Distribuição de teores de óxidos na amostra L3.

Ponto:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	11.46	11.16	11.06	-	-	0.64	0.45	0.53	5.15	7.94
Al ₂ O ₃	18.37	18.40	19.01	52.43	52.92	37.72	37.35	37.42	4.32	8.08
SiO ₂	70.17	70.44	69.93	45.40	44.38	49.10	49.64	49.11	13.05	25.45
K ₂ O	-	-	-	-	-	12.55	12.56	12.94	0.41	-
FeO	-	-	-	2.17	2.70	-	-	-	77.07	58.53
Total	100.0	100.0	100.0	100.00	100.00	100.01	100.00	100.00	100.00	100.0
Mineral	albita	albita	albita	não identifi cado	não identifi cado	mus- covita	mus- covita	mus- covita	goethita	alman dina

4.3.4 MEV / AMOSTRA L4

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.40). Quatro pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS, (pontos 1a 4).

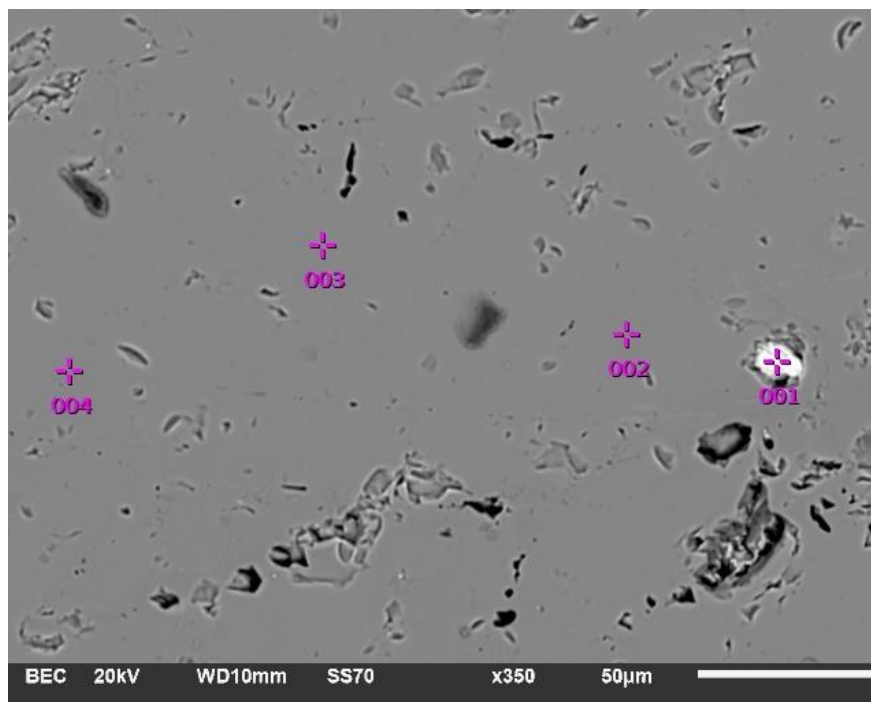


Figura 4.40- Imagem por MEV da amostra L4.

No ponto 1, através da imagem do espectro abaixo (Figura 4.41) pode-se notar que há presença de elementos como Na, Mg, Al, Si e Fe na estrutura do mineral. Sendo que há predominância dos elementos Al, Si e Fe. Essa composição é compatível com a almandina, de fórmula química $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{Si O}_4)_3$.

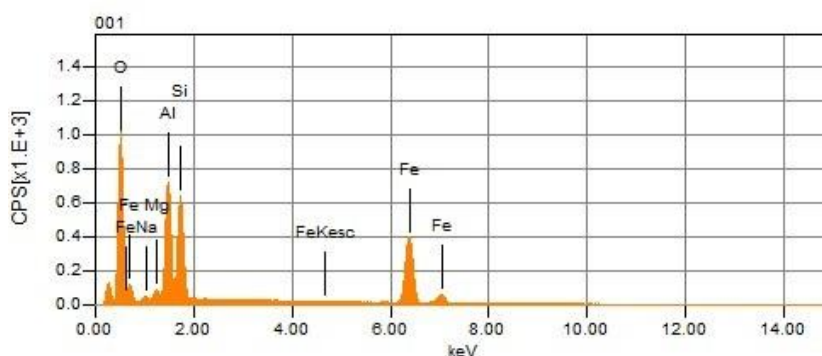


Figura 4.41- Espectro da amostra L4 no ponto 1.

Tanto no ponto 2, 3 e 4, as imagens geradas dos espectros abaixo (Figuras 4.42 a 4.44 respectivamente) demonstram uma composição com os elementos Si, Al e Na. Apesar de o Be não ter sido selecionado, sabe-se que se trata de um berilo, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$, devido as porcentagens de Al e Si e observações da amostra coletada.

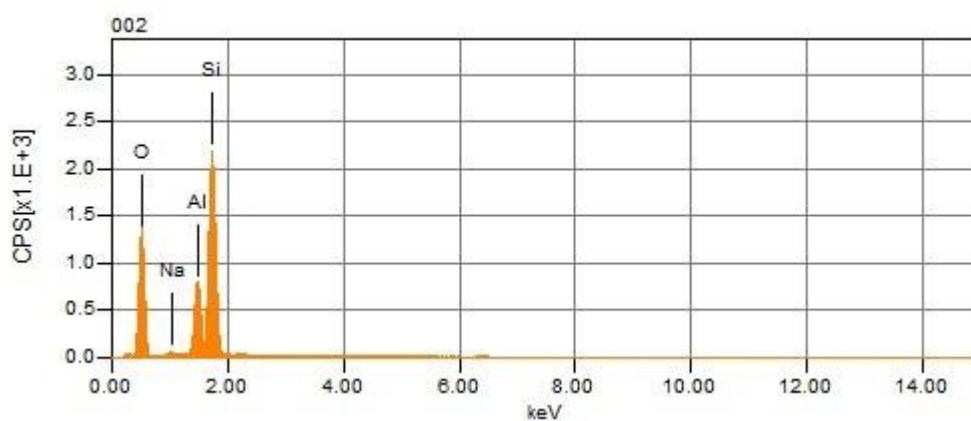


Figura 4.42- Espectro da amostra L4 no ponto 2.

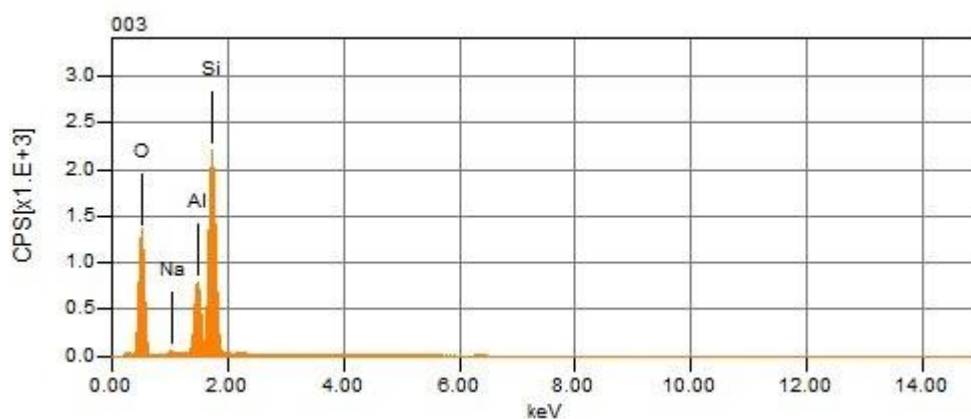


Figura 4.43- Espectro da amostra L4 no ponto 3.

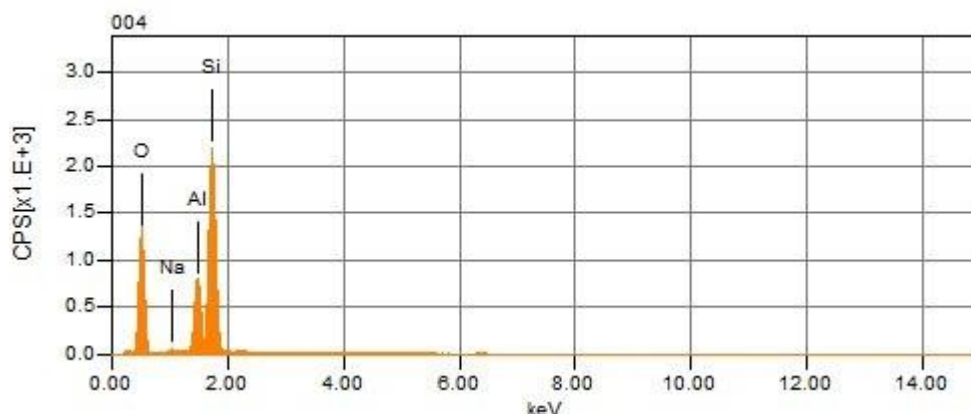


Figura 4.44- Espectro da amostra L4 no ponto 4.

Os resultados exibidos na Tabela 9 são uma forma de facilitar o entendimento e analisar os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra, de forma que se possa observar a composição específica da região demarcada.

Tabela 9- Distribuição de teores de óxidos na amostra L4.

Ponto:	1	2	3	4
O	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.99	0.89	0.93	0.79
MgO	2.51	-	-	-
Al ₂ O ₃	24.11	19.83	19.74	19.81
SiO ₂	27.76	79.28	79.34	79.40
FeO	44.63	-	-	-
Total	100.00	100.00	100.01	100.00
Mineral	almandina	berilo	berilo	berilo

4.3.5 MEV / AMOSTRA L5a

Campo 1

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.45).

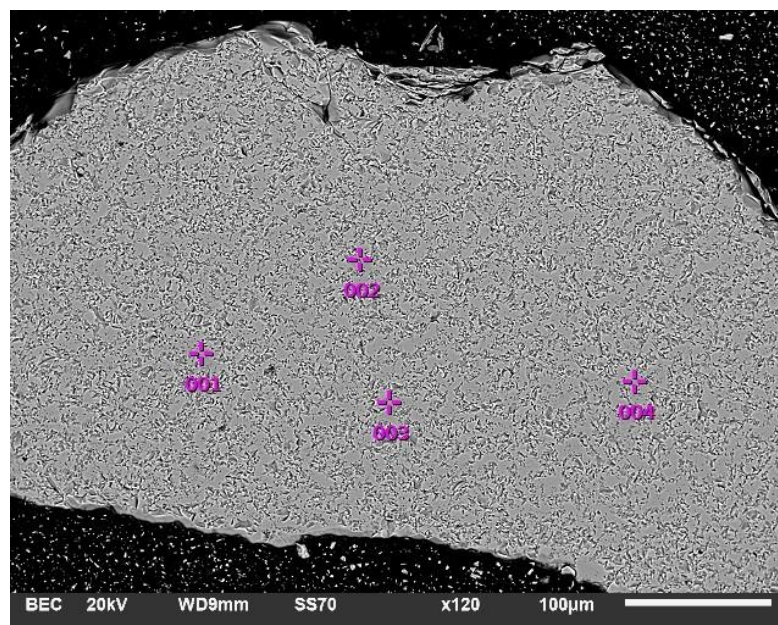


Figura 4.45- Imagem por MEV da amostra L5a no campo1.

Quatro pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS, (pontos 1 a 4). Aparentemente por apresentar apenas uma tonalidade de cinza há presença de apenas uma fase mineral.

As imagens obtidas dos espectros através do modo EDS ficaram com baixa resolução devido a sensibilidade do método em relação a topografia do mineral. Porém pode-se perceber que possui apenas Si e O em sua composição. Dessa forma, é compatível com o mineral quartzo.

Para facilitação do entendimento dos resultados obtidos através do modo EDS, a Tabela 10 apresenta as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim observar a composição específica de cada ponto da análise.

Tabela 10- Distribuição de teores de óxidos na amostra L5 no campo 1.

Ponto:	1	2	3	4
O	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO ₂	100.00	100.00	100.00	100.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Mineral	quartzo	quartzo	quartzo	quartzo

Campo 2

No MEV, foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.46). Quatro pontos foram escolhidos para análises semi quantitativas no modo EDS, (pontos 1 a 4). Aparentemente por apresentar apenas uma tonalidade de cinza há presença de apenas uma fase mineral. Observa-se clivagem pinacoidal basal.

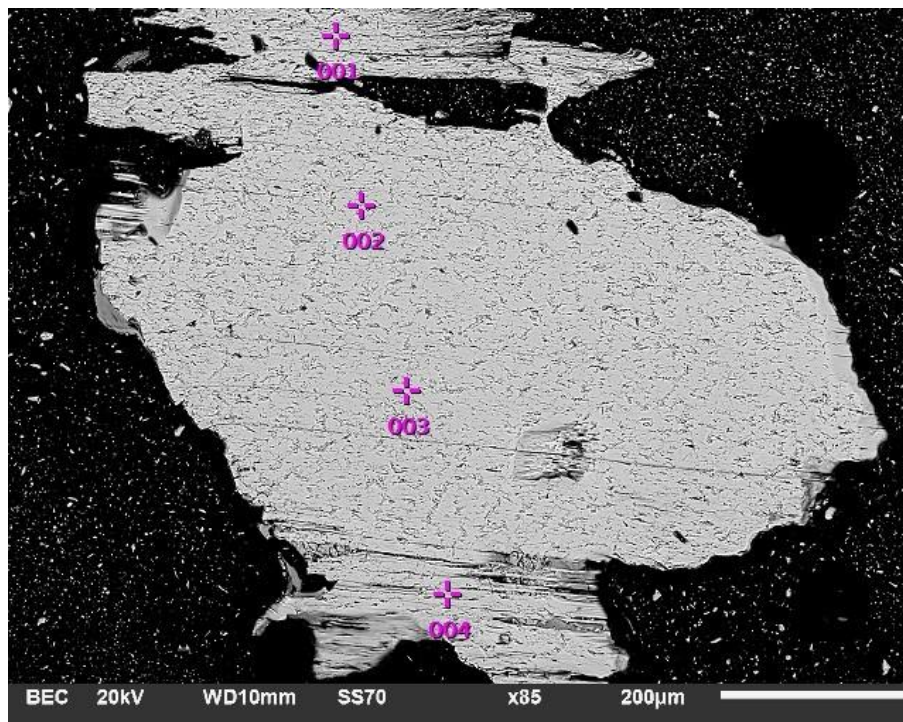


Figura 4.46- Imagem por MEV da amostra L5a no campo.

Tanto nos pontos 1, 2, 3 e 4 de acordo com as imagens (Figuras 4.47 a 4.50) obtidas no espectrômetro, há predominância dos elementos Al, Si e K. Com uma diferença nos pontos 3 e 4 com o aparecimento do elemento Cl. A composição se demonstra compatível com a muscovita, sendo a presença de alguns elementos provavelmente devido a diferenciação do pegmatito.

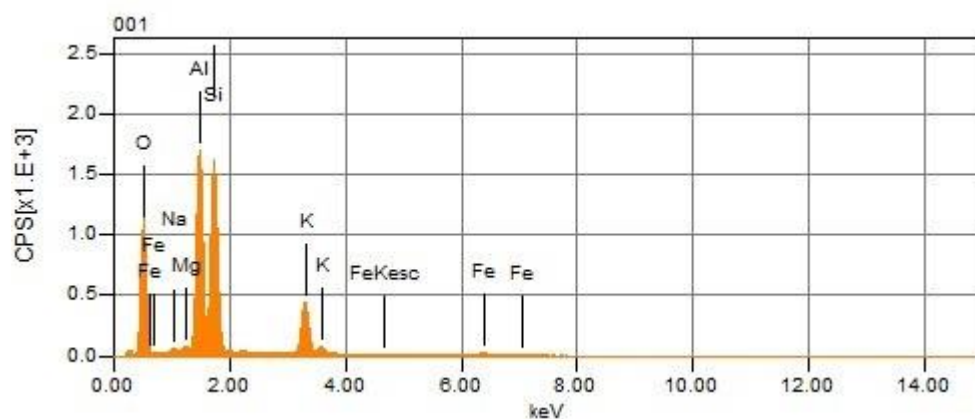


Figura 4.47- Espectro da amostra L5a no ponto 1 e campo 2.

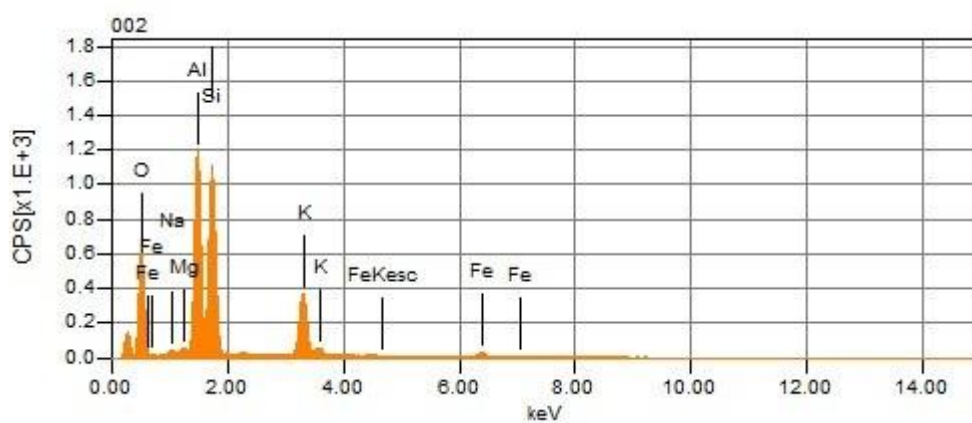


Figura 4.48- Espectro da amostra L5a no ponto 2 e campo 2.

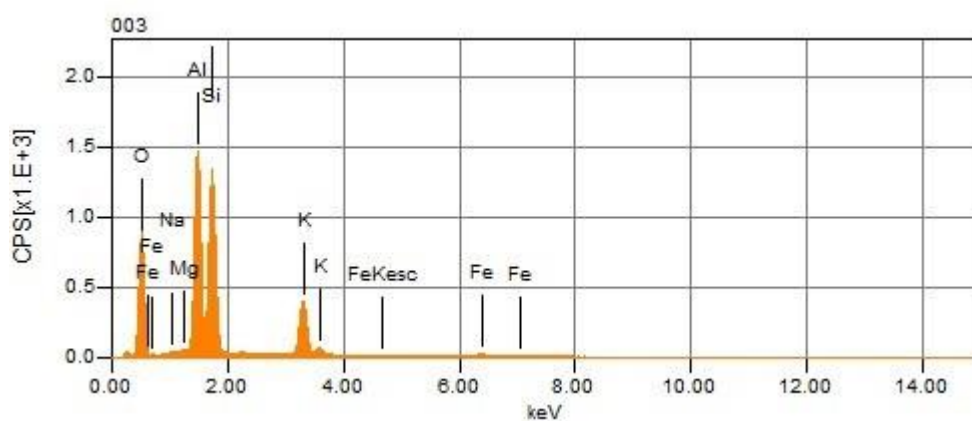


Figura 4.49- Espectro da amostra L5a no ponto 3 e campo 2.

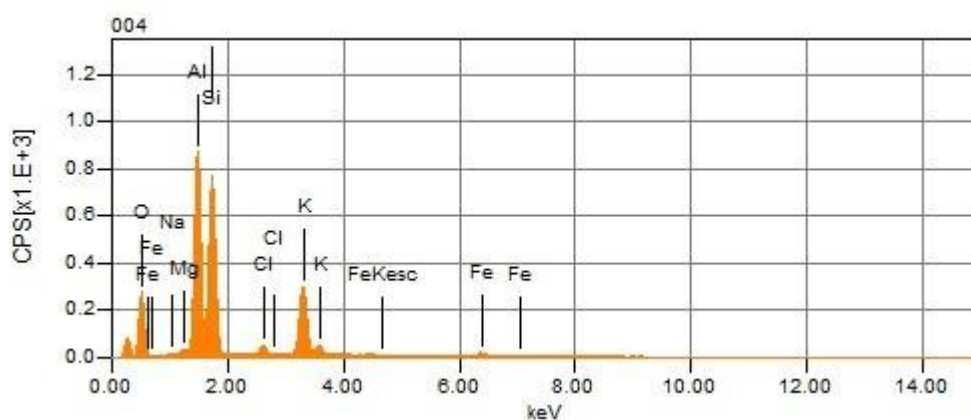


Figura 4.50- Espectro da amostra L5a no ponto 4 e campo 2.

A Tabela 11 exhibe os resultados obtidos pela análise no modo EDS, de forma a facilitar as análises dos teores de cada ponto e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 11- Distribuição de teores de óxidos na amostra L5 no campo 2.

Ponto:	1	2	3	4
O	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.69	0.74	0.56	0.21
MgO	1.12	1.05	0.87	0.71
Al ₂ O ₃	34.24	33.44	35.00	33.96
SiO ₂	50.48	48.38	49.11	46.24
Cl	-	-	-	1.27
K ₂ O	11.40	13.39	12.43	13.13
FeO	2.07	3.00	2.03	2.36
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Mineral	muscovita	muscovita	muscovita	muscovita

4.3.6 MEV / AMOSTRA L5b

No Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), foi gerada a seguinte imagem para análise, (Figura 4.51).

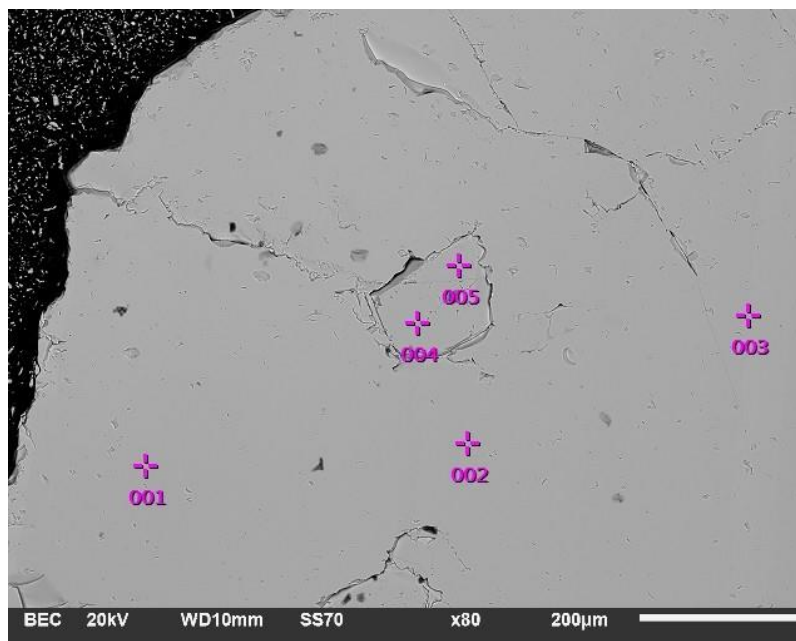


Figura 4.51- Imagem por MEV da amostra L5b.

Cinco pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS, (pontos 1 a 5). Aparentemente por apresentar apenas uma tonalidade de cinza há presença de uma única fase mineral

Tanto nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 percebe-se através das imagens obtidas pelo espectrômetro (Figuras 4.52 a 4.56), que há presença dos elementos Al, Si, Fe, Mg e Na. Com uma predominância dos elementos Si, Al e Fe. Esta composição é compatível com o mineral turmalina, mais especificamente o membro intermediário schorl-dravita, com predominância do membro schorl.

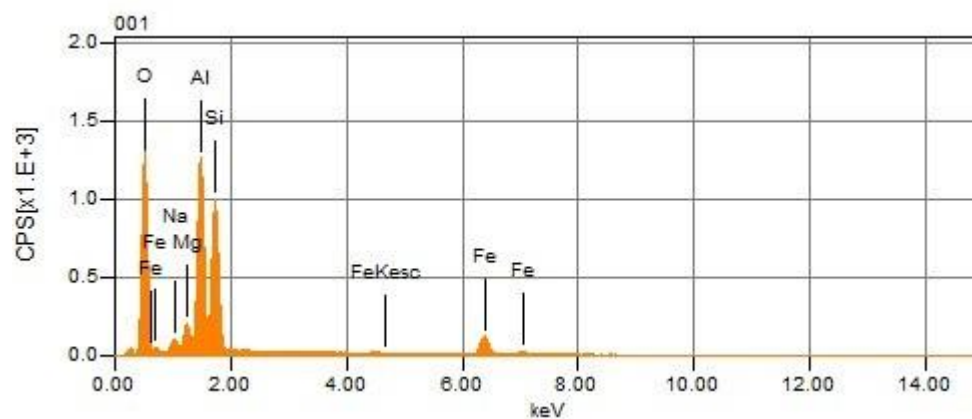


Figura 4.52- Espectro da amostra L5b no ponto 1.

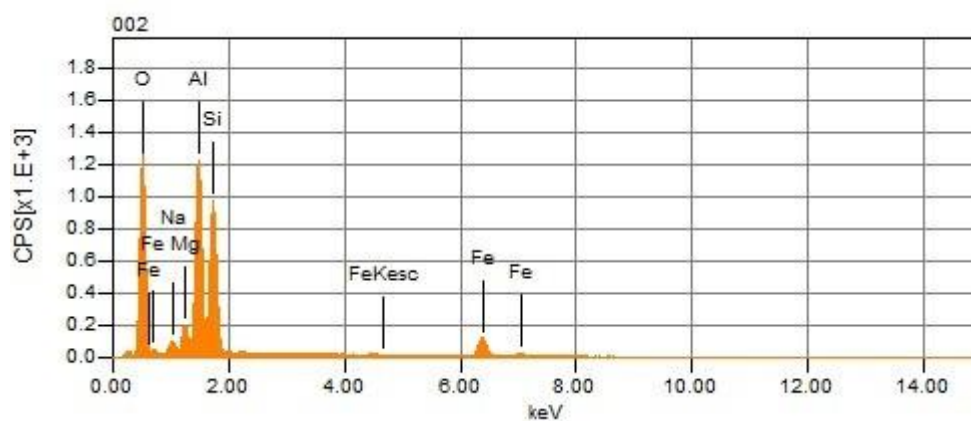


Figura 4.53- Espectro da amostra L5b no ponto 2.

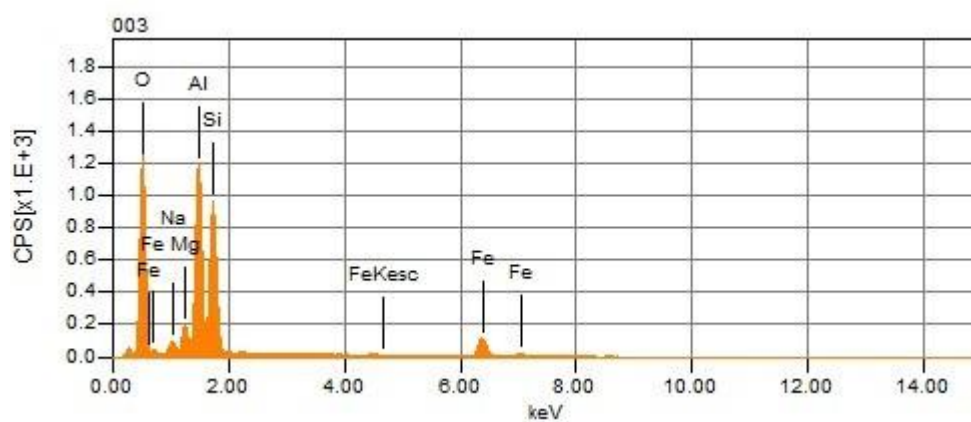


Figura 4.54- Espectro da amostra L5b no ponto 3.

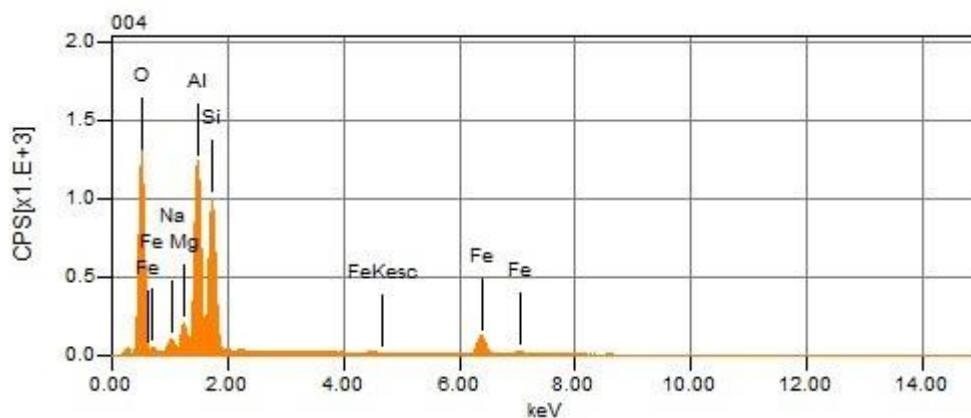


Figura 4.55- Espectro da amostra L5b no ponto 4.

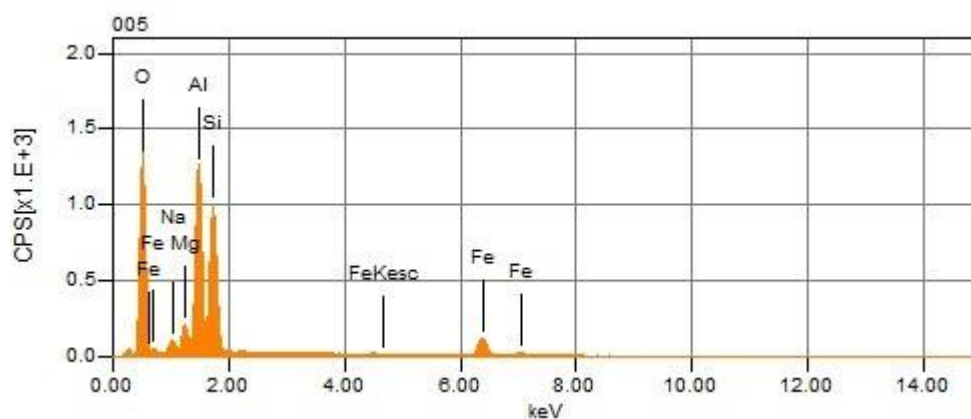


Figura 4.56- Espectro da amostra L5b no ponto 5.

Os resultados exibidos na Tabela 12 são para simplificar e melhor analisar os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 12- Distribuição de teores de óxidos na amostra L5b.

Ponto:	1	2	3	4	5
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	2.77	2.57	2.76	2.84	2.85
MgO	5.61	5.77	5.95	5.76	5.86
Al ₂ O ₃	36.22	36.25	35.89	35.71	35.96
SiO ₂	42.37	42.45	42.47	42.66	42.39
FeO	13.04	12.95	12.93	13.04	12.94
Total	100.01	99.99	100.00	100.01	100.00
Mineral	schorl-	schorl-	schorl-	schorl-	schorl-

4.3.7 MEV / AMOSTRA L6

Campo 1

No Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), foi gerada a seguinte imagem para análise, (Figura 4.57).

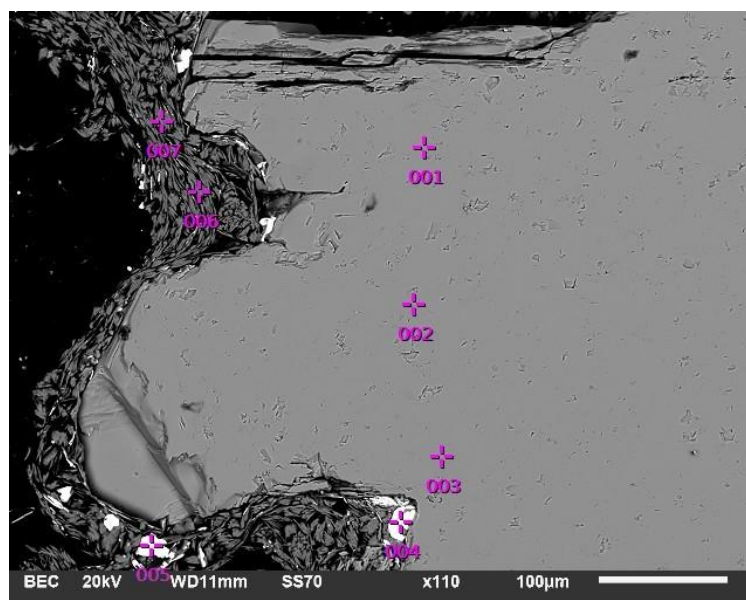


Figura 4.57- Imagem por MEV da amostra L6 no campo 1.

Sete pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS (pontos 1 a 7). As variações de tons de cinza são devido às diferenças de massas atômicas. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais. Percebe-se o aparecimento de um mineral de coloração esbranquiçada, que provavelmente trata-se de uma alteração do mineral acicular ao redor.

Nos pontos 1, 2 e 3 através das imagens dos espectros abaixo (Figuras 4.58 a 4.60) pode-se notar a presença de elementos como Si, Al e Na em sua composição. Sendo que, há abundância dos elementos Si e Al. Essa composição é compatível com o feldspato sódico albita.

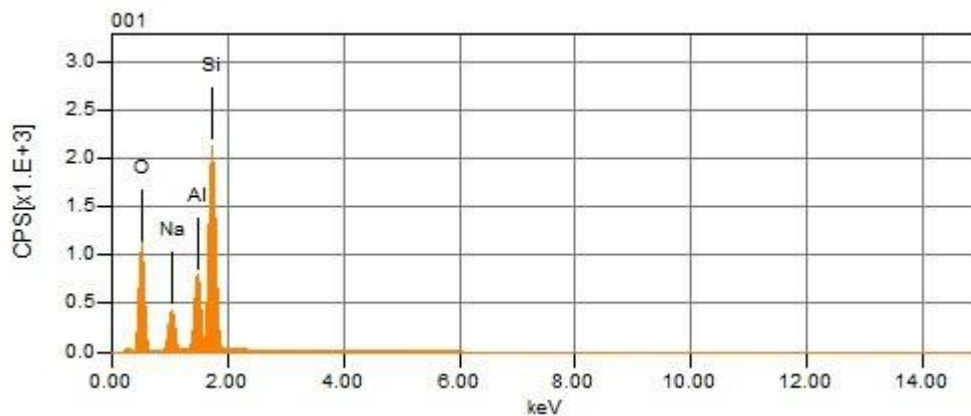


Figura 4.58- Espectro da amostra L6 no ponto 1 e campo 1.

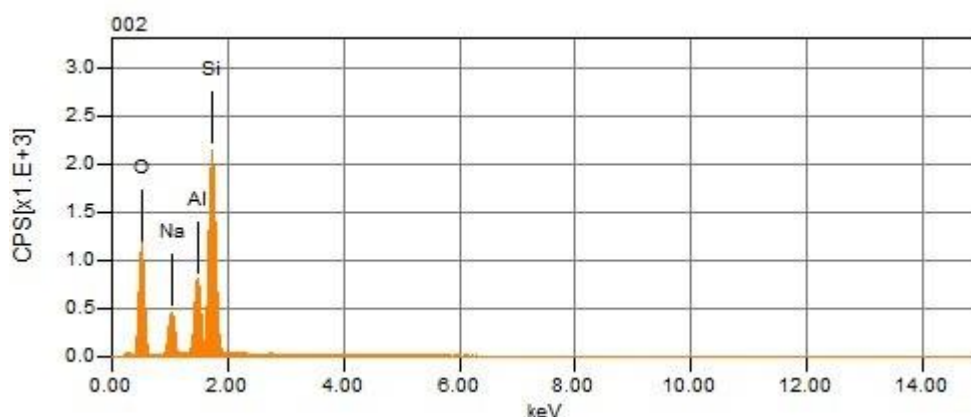


Figura 4.59- Espectro da amostra L6 no ponto 2 e campo 1.

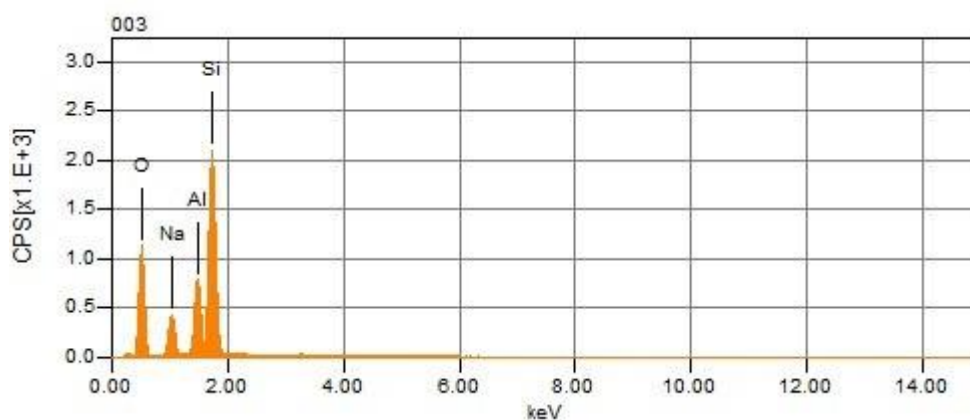


Figura 4.60- Espectro da amostra L6 no ponto 3 e campo 1.

Nos pontos 4 e 5, observa-se nas imagens obtidas dos espectros abaixo (Figuras 4.61 e 4.62), uma predominância do elemento Fe no mineral. Essa composição é compatível com o mineral goethita.

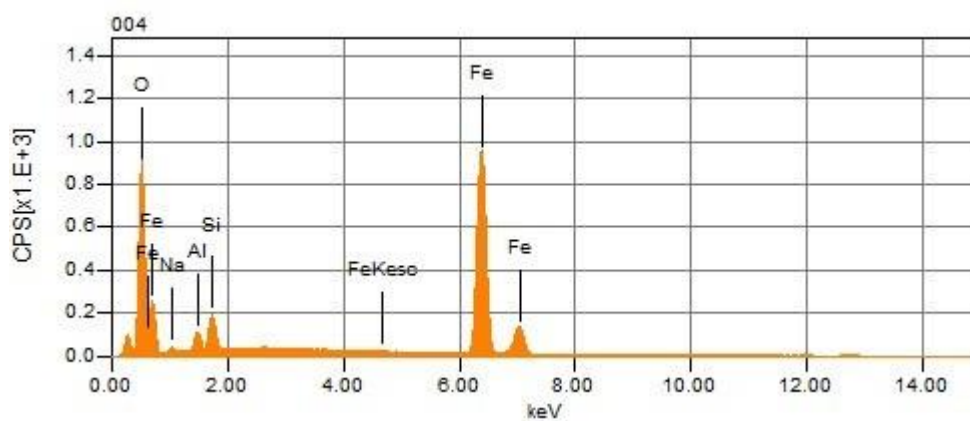


Figura 4.61- Espectro da amostra L6 no ponto 4 e campo 1.

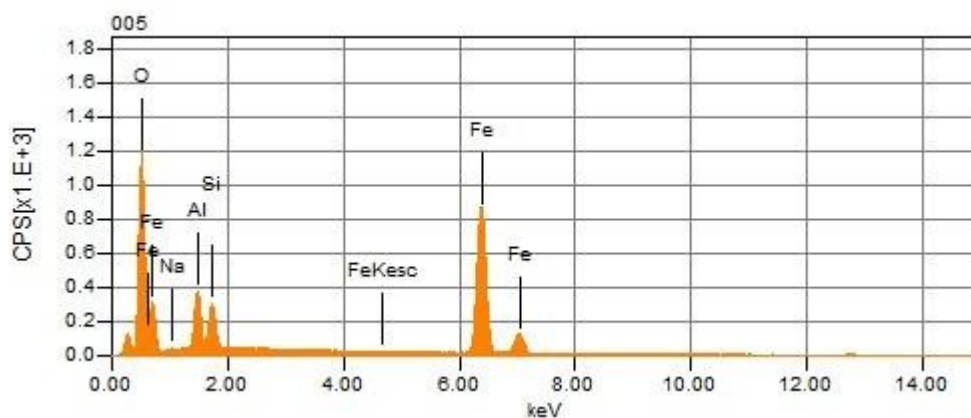


Figura 4.62- Espectro da amostra L6 no ponto 5 e campo 1.

Nos pontos 6 e 7, observou-se nas imagens dos espectros abaixo, (Figura 4.63 e 4.64) elementos como Na, Mg, Al, Si e Fe. Em que há predominância dos elementos Si e Al. Esse mineral não foi identificado pelo MEV.

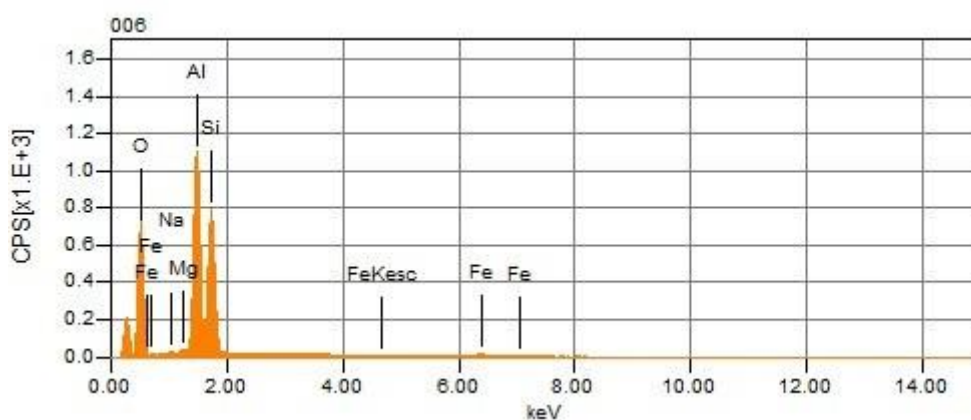


Figura 4.63- Espectro da amostra L6 no ponto 6 e campo 1.

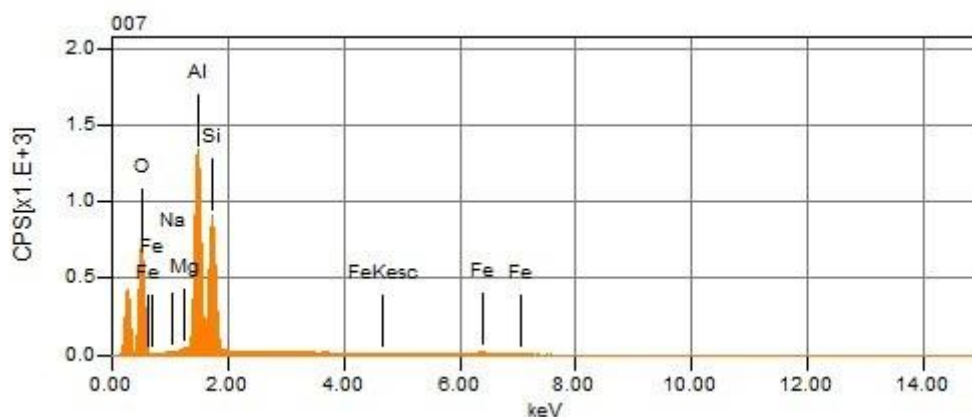


Figura 4.64- Espectro da amostra L6 no ponto 7 no campo 1.

A TAB.13 é uma forma de simplificar os dados de teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos pelo modo EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Sendo possível observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 13- Distribuição de teores de óxidos na amostra L6 no campo 1.

Ponto:	1	2	3	4	5	6	7
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	11.0	11.47	11.10	1.21	0.34	0.33	0.14
MgO	-	-	-	-	-	1.17	0.89
Al ₂ O ₃	18.5	18.56	18.66	2.87	10.97	43.97	45.26
SiO ₂	70.4	69.97	70.24	6.35	10.14	51.76	50.62
FeO	-	-	-	89.58	78.55	2.77	3.09
Total	100.	100.0	100.0	100.01	100.00	100.00	100.00
Mineral	albita	albita	albita	goethita	goethita	não identificado pelo MEV	não identificado pelo MEV

Campo 2

No Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), foi gerada a seguinte imagem para análise, (Figura 4.65). Quatro pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas no modo EDS (pontos 1 a 4). As diferentes colorações de cinza são devido às diferenças de massas atômicas. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais.

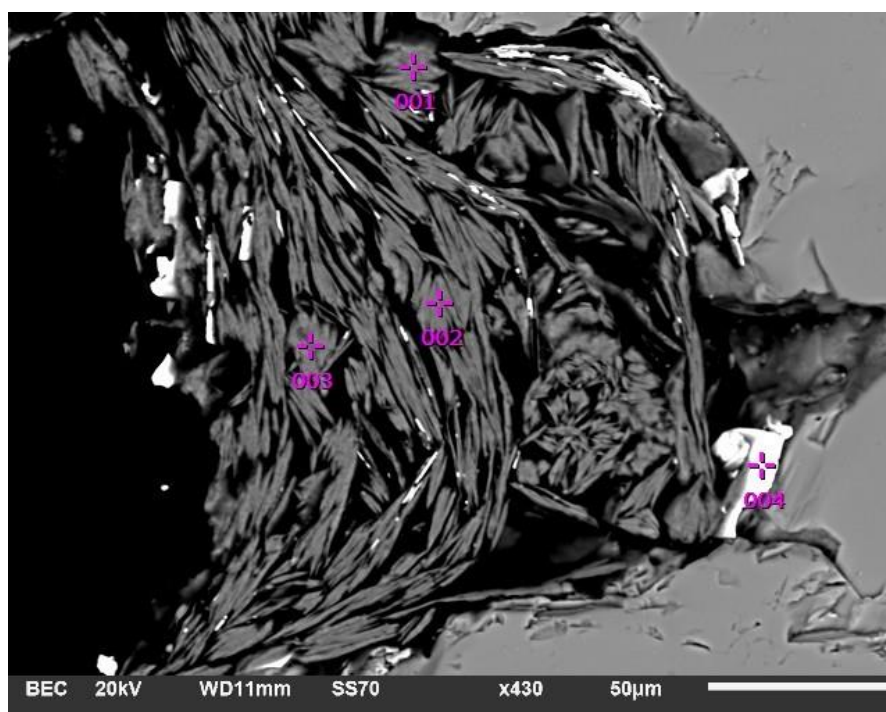


Figura 4.65- Imagem por MEV da amostra L6 no campo 2.

Nos pontos 1, 2 e 3 ao analisar as imagens abaixo dos espectros obtidos (Figuras 4.66 a 4.68), percebe-se a presença dos elementos Al, Si e Fe. Em que há predominância dos elementos Si e Al. No ponto 1 e 3, além destes já citados, foram identificados ainda Na e Mg, porém com teor menor que 0,9% do peso relativo entre os elementos. Esse mineral não foi identificado pelo MEV.

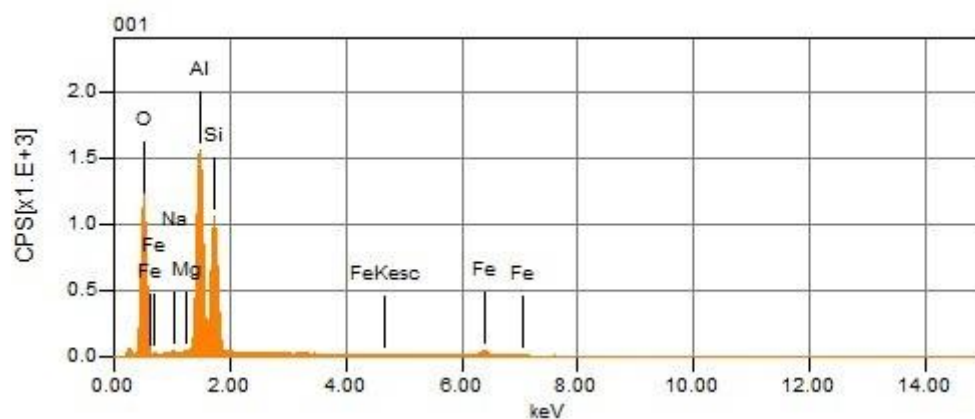


Figura 4.66- Espectro da amostra L6 no ponto 1 e campo 2

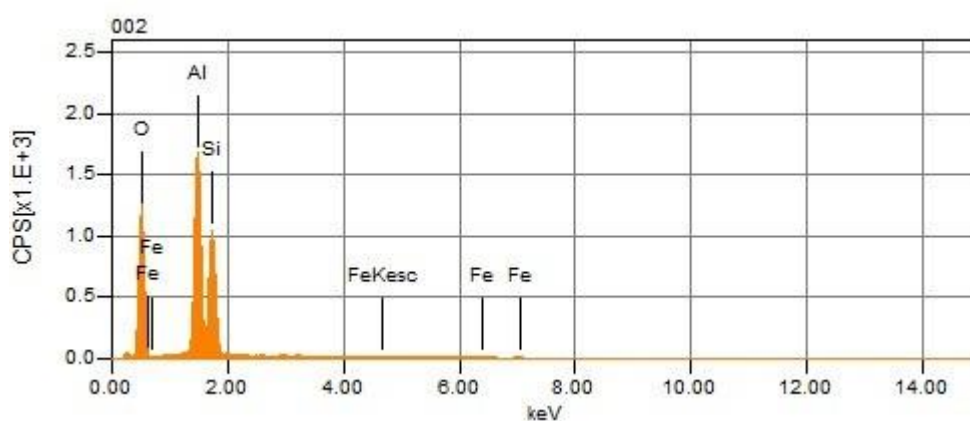


Figura 4.67- Espectro da amostra L6 no ponto 2 e campo 2.

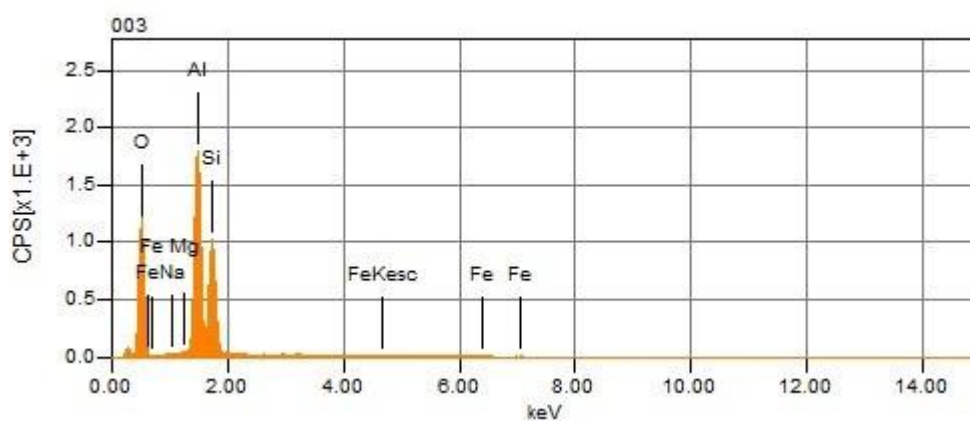


Figura 4.68- Espectro da amostra L6 no ponto 3 e campo 2.

No ponto 4, tem-se através da observação da imagem (Figura 4.69), a presença dos elementos Si, Fe e Al. Em que há predominância do elemento Fe e Si no mineral. Essa composição mineral é compatível com o mineral goethita.

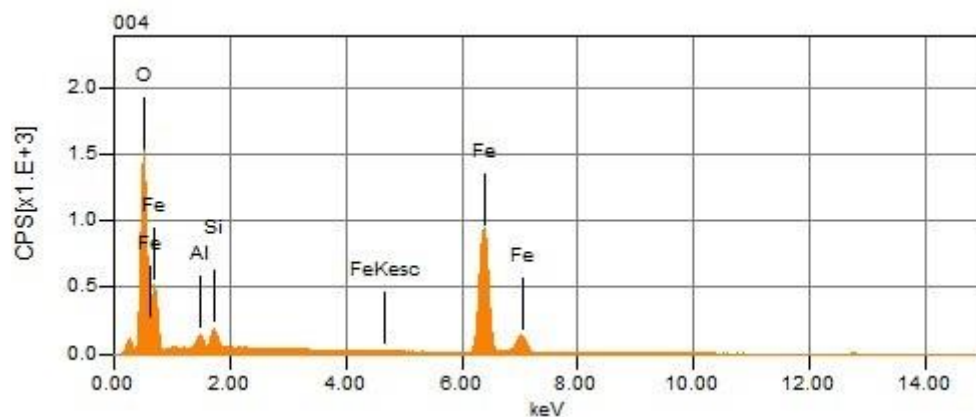


Figura 4.69- Espectro da amostra L6 no ponto 4 e campo 2.

A Tabela 14 exibe os resultados simplificados obtidos pelo modo EDS, possibilitando analisar os teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Tendo-se assim a composição específica de cada área demarcada pela análise.

Tabela 14- Distribuição de teores de óxidos na amostra L6 no campo 2.

Ponto:	1	2	3	4
O	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.35	-	0.34	-
MgO	0.80	-	0.71	-
Al ₂ O ₃	44.44	47.41	49.40	3.35
SiO ₂	49.35	50.77	48.00	5.54
FeO	5.07	1.82	1.55	91.11
Total	100.01	100.00	100.00	100.00
Mineral	não identificado pelo MEV	não identificado pelo MEV	não identificado pelo MEV	goethita

4.2.8 MEV / AMOSTRA L8

Campo 1

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.70).

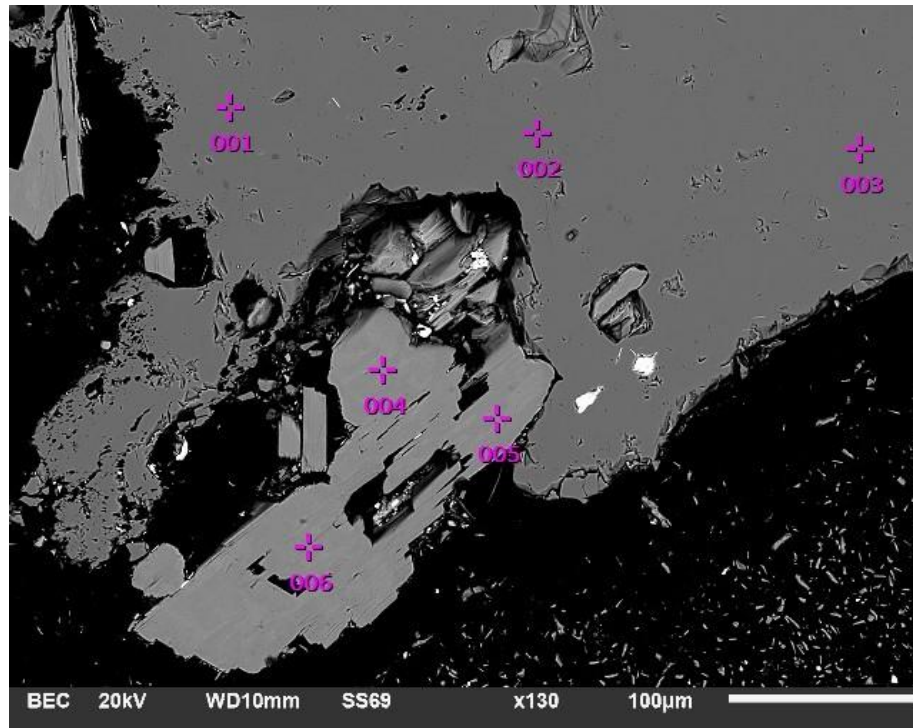


Figura 4.70- Imagem por MEV da amostra L8 no campo 1.

Seis pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas, (pontos 1 a 6). As diversas tonalidades de cinza são devido às diferenças entre as massas atômicas dos minerais. Um aumento no contraste foi feito para facilitar o reconhecimento de diferentes fases minerais. Nota-se no mineral lamelar a presença de uma direção de clivagem.

As imagens abaixo (Figuras 4.71 a 4.73) representam os espectros dos pontos 1, 2 e 3, onde foram identificados os mesmos elementos Na, Al e Si, onde Si é o mais abundante. Esta composição mineralógica é compatível com o mineral feldspato sódico albita.

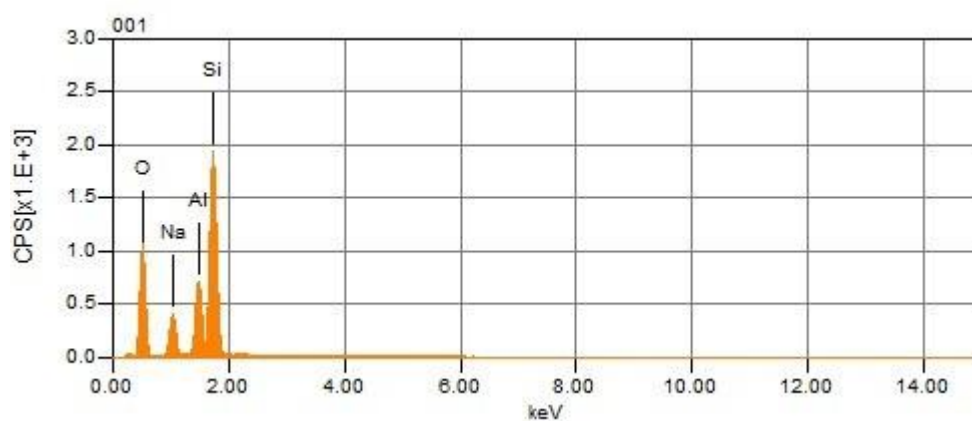


Figura 4.71- Espectro da amostra L8 no ponto 1 e campo 1.

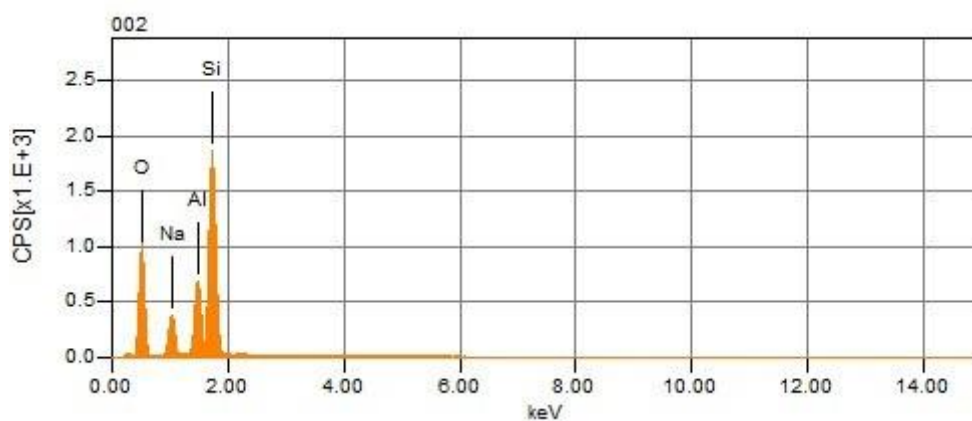


Figura 4.72- Espectro da amostra L8 no ponto 2 e campo 1.

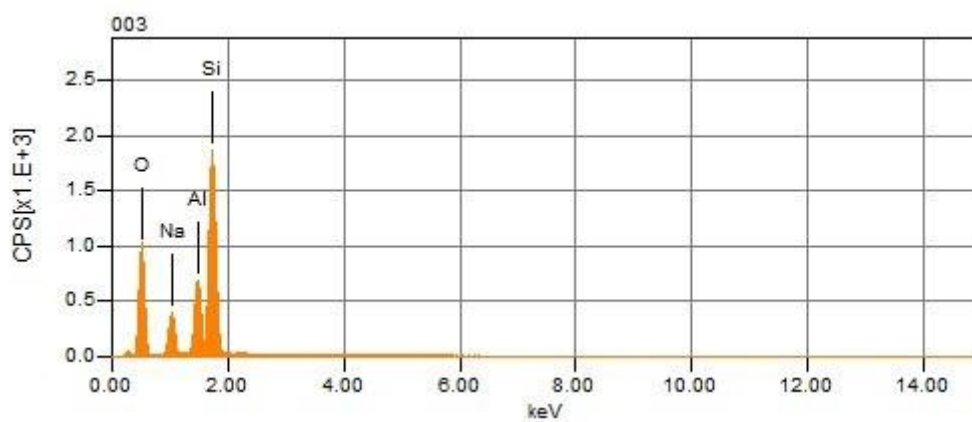


Figura 4.73- Espectro da amostra L8 no ponto 3 e campo 1.

Nas imagens dos espectros dos pontos 4, 5 e 6 representadas abaixo (Figuras 4.74 a 4.76), identifica-se a presença dos elementos Na, Al, Si, K e Fe, onde Si e Al são os mais abundantes. Esta composição mineralógica é compatível com o mineral muscovita.

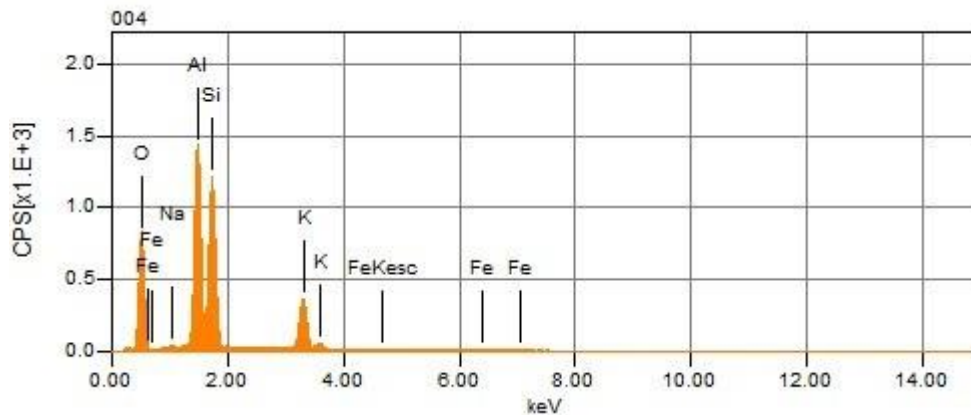


Figura 4.74- Espectro da amostra L8 no ponto 4 e campo 1.

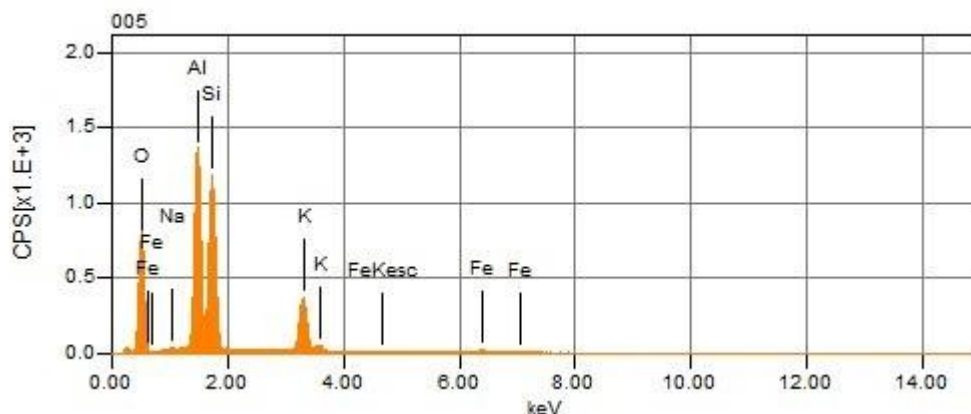


Figura 4.75- Espectro da amostra L8 no ponto 5 e campo 1.

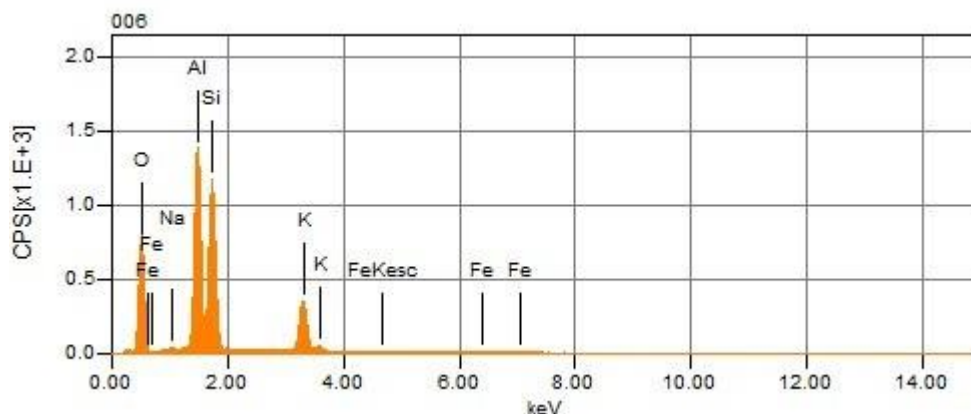


Figura 4.76- Espectro da amostra L8 no ponto 6 e campo 1.

Os resultados exibidos na Tabela 15 são uma simplificação dos teores de cada ponto, com elementos químicos predominantes, obtidos do EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. De forma a permitir análise da composição específica de cada área demarcada.

Tabela 15- Distribuição de teores de óxidos na amostra L8 no campo 1.

Ponto:	1	2	3	4	5	6
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	11.46	11.10	11.21	0.30	0.39	0.37
Al ₂ O ₃	18.22	18.52	18.38	37.14	36.18	37.13
SiO ₂	70.33	70.38	70.41	49.23	49.01	49.17
K ₂ O	-	-	-	12.24	12.62	12.46
FeO	-	-	-	1.10	1.79	0.87
Total	100.01	100.00	100.00	100.01	99.99	100.00
Mineral	albita	albita	albita	muscovita	muscovita	muscovita

Campo 2

No MEV, foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.77).

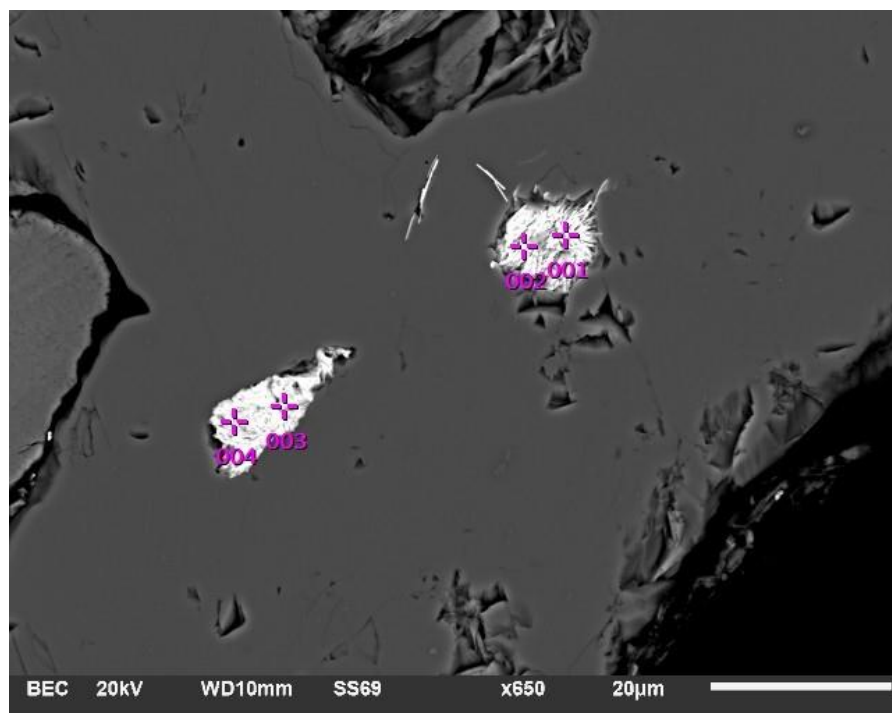


Figura 4.77- Imagem por MEV da amostra L8 no campo 2.

Quatro pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas através do modo EDS, (pontos 1 a 4) com intuito de identificar o mineral de coloração esbranquiçada destoante.

Nas figuras abaixo (Figuras 4.78 a 4.81) dos espectros dos pontos 1, 2, 3 e 4, foram identificados os mesmos elementos Na, Al, Si e Fe, sendo o Fe o elemento em maior abundância. Esta composição mineralógica é compatível com o mineral goethita.

Este mineral geralmente é formado através da alteração de outros minerais de Fe, ou também pela precipitação de Fe com a entrada de água no sistema.

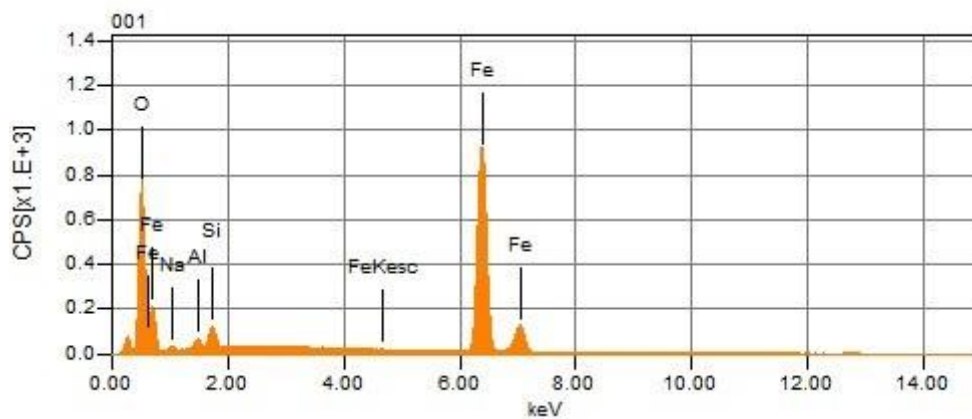


Figura 4.78- Espectro da amostra L8 no ponto 1 e campo 2.

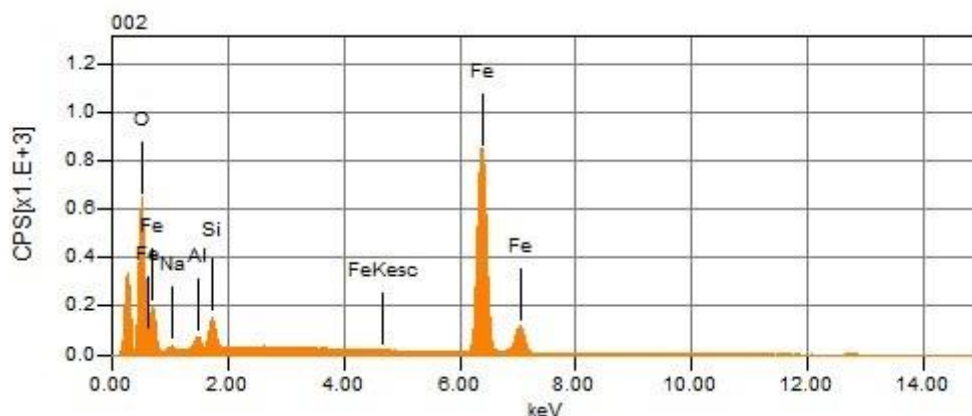


Figura 4.79- Espectro da amostra L8 no ponto 2 e campo 2.

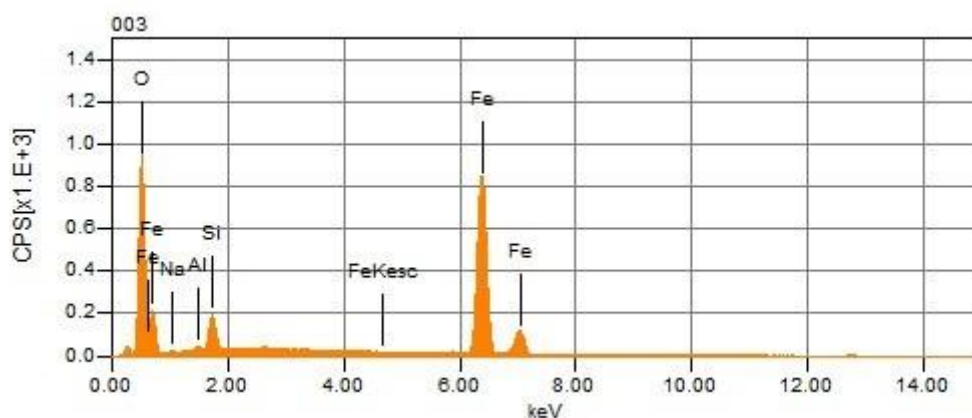


Figura 4.80- Espectro da amostra L8 no ponto 3 e campo 2.

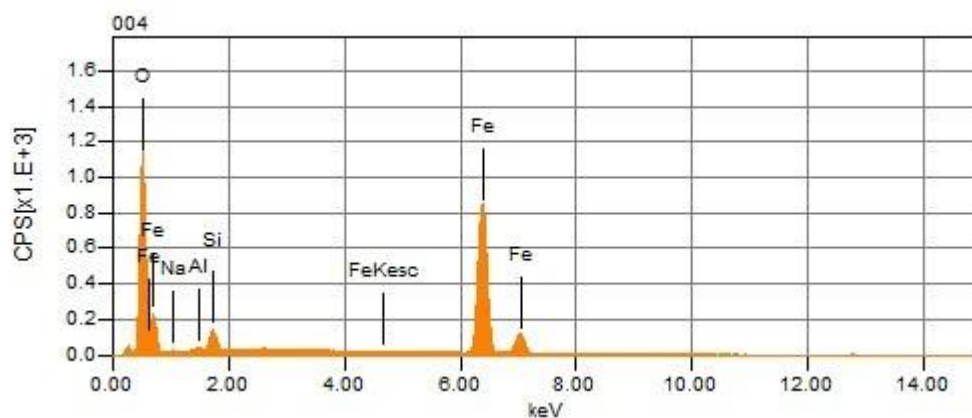


Figura 4.81- Espectro da amostra L8 no ponto 4 e no campo 2.

A Tabela 16 é uma maneira de facilitar a análise dos teores de cada ponto obtidos pelo modo EDS e observar as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim identificar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 16- Distribuição de teores de óxidos na amostra L8 no campo 2.

Ponto:	1	2	3	4
O	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	1.04	1.29	0.61	0.39
Al ₂ O ₃	1.66	1.96	0.82	0.71
SiO ₂	4.10	5.25	7.17	5.10
FeO	93.19	91.50	91.40	93.81
Total	99.99	100.00	100.00	100.01
Mineral	goethita	goethita	goethita	goethita

4.3.9 MEV / AMOSTRA L9

No MEV foi gerada a seguinte imagem para análise (Figura 4.82). Oito pontos foram escolhidos para análises semi-quantitativas através do modo EDS, (pontos 1 a 8).

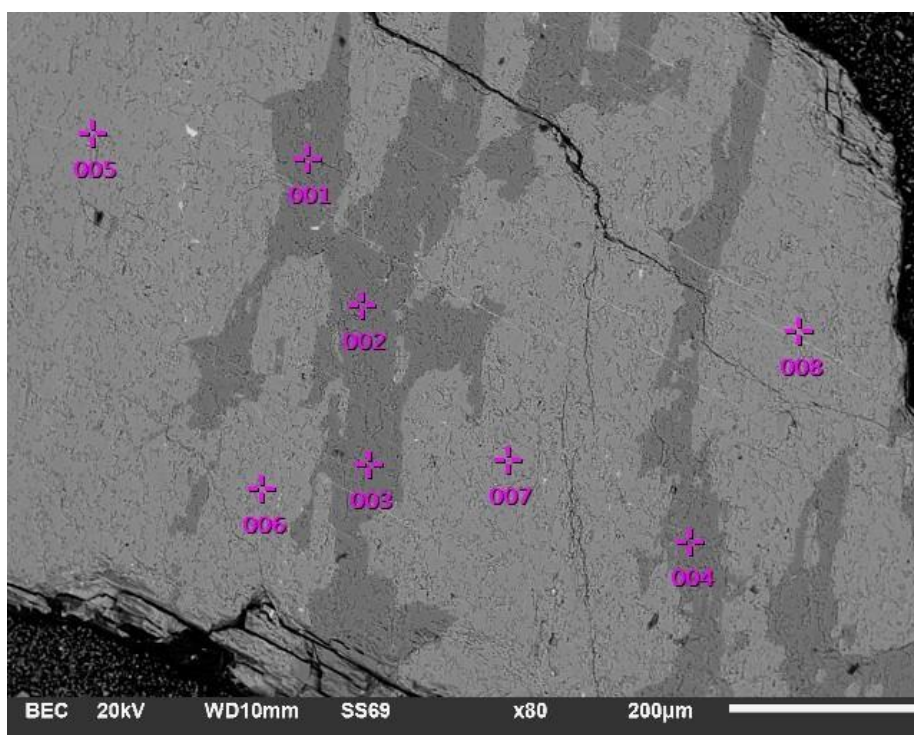


Figura 4.82- Imagem por MEV da amostra L9.

Os diferentes tons de cinza são devido às diferenças de massas atômicas. Um aumento no contraste foi feito para que fosse possível o reconhecimento de diferentes fases minerais. Percebe-se que há presença de processo de exsolução em estágio de subsolvus.

Nas imagens (Figuras 4.83 a 4.86) abaixo dos espectros 1, 2, 3 e 4 foram identificados os elementos Na, Al e Si. Sendo o Si, o mais abundante. Esta composição é compatível com o mineral albita.

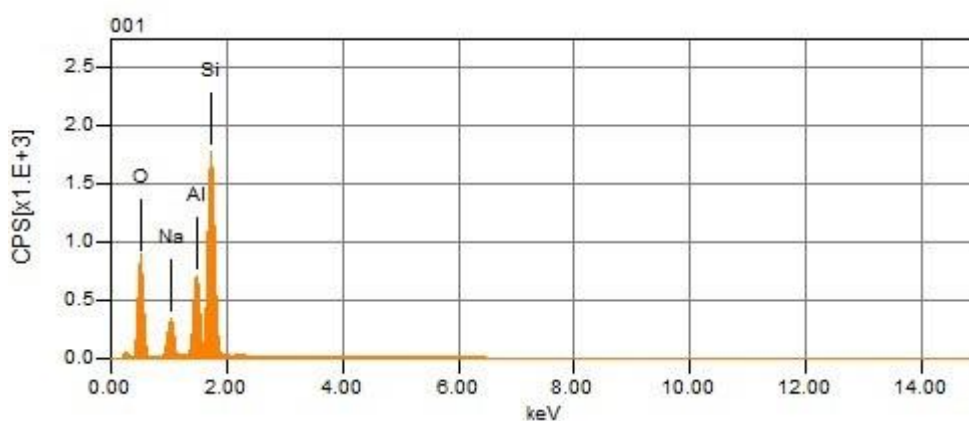


Figura 4.83- Espectro da amostra L9 no ponto 1.

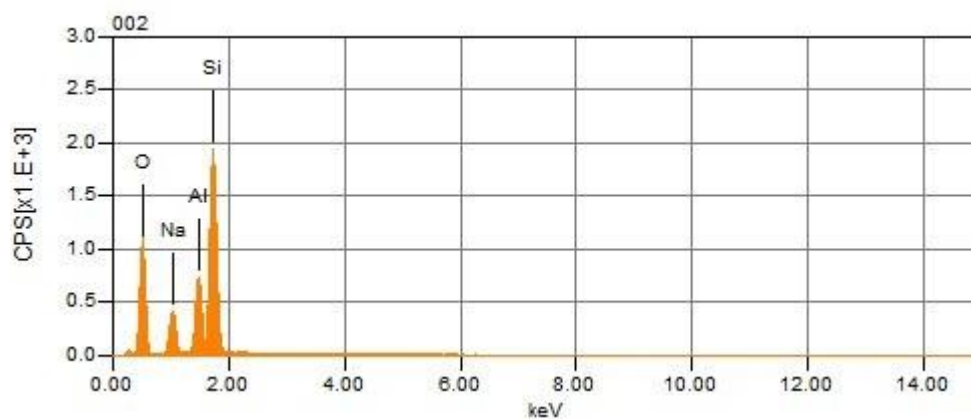


Figura 4.84- Espectro da amostra L9 no ponto 2.

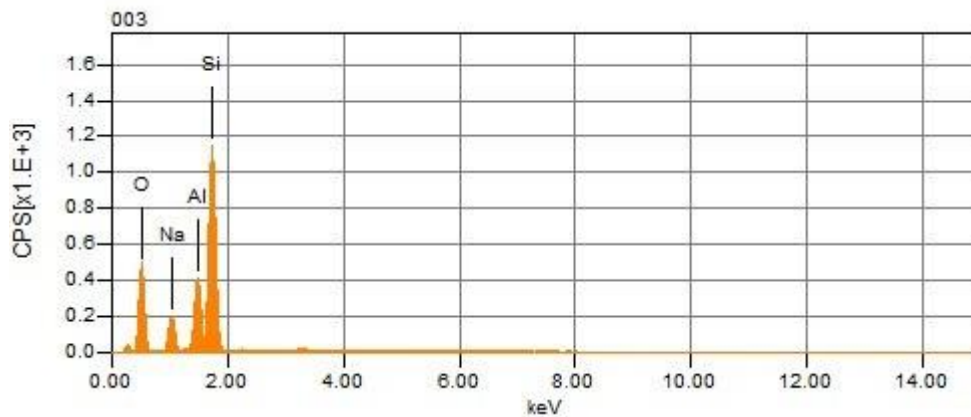


Figura 4.85- Espectro da amostra L9 no ponto 3.

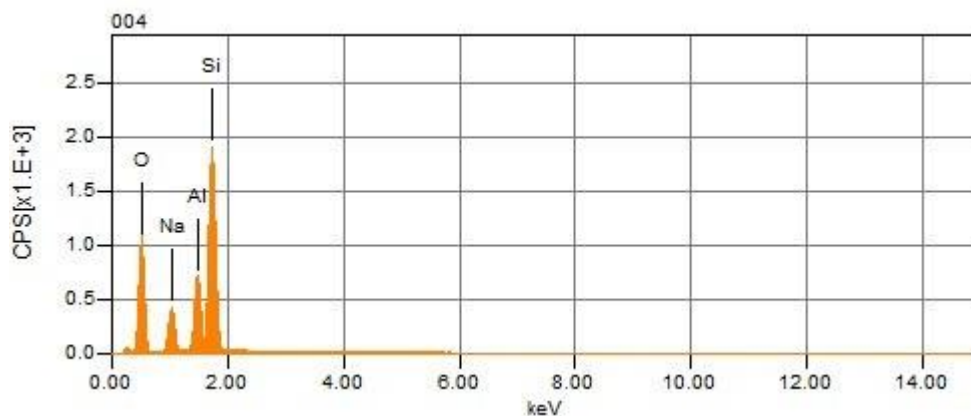


Figura 4.86- Espectro da amostra L9 no ponto 4.

Nas imagens (Figuras 4.87 a 4.90) dos pontos 5, 6, 7 e 8 abaixo, foram identificados os elementos Na, Al, Si e K. Sendo que o Si é o mais abundante na estrutura do mineral. Esta composição é compatível com o mineral microclínio. E pode-se comprovar através disso, que se trata de uma exsolução de albita no mineral, ou seja, presença de textura pertítica.

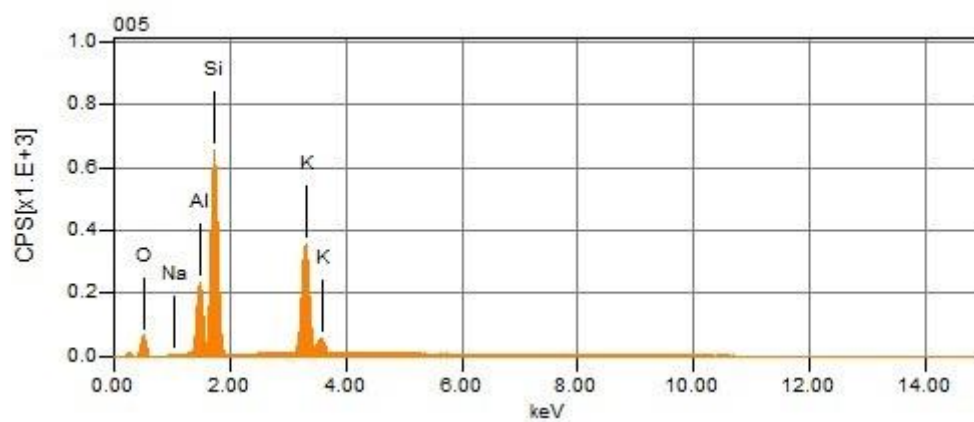


Figura 4.87- Espectro da amostra L9 no ponto 5.

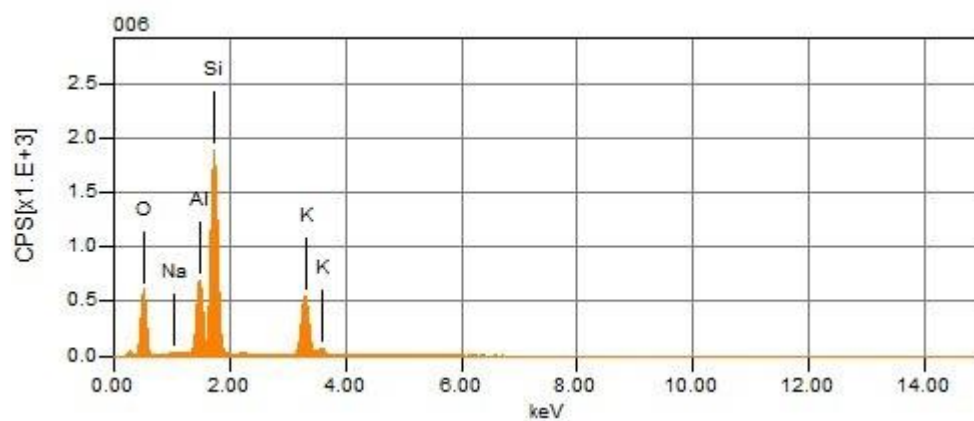


Figura 4.88- Espectro da amostra L9 no ponto 6.

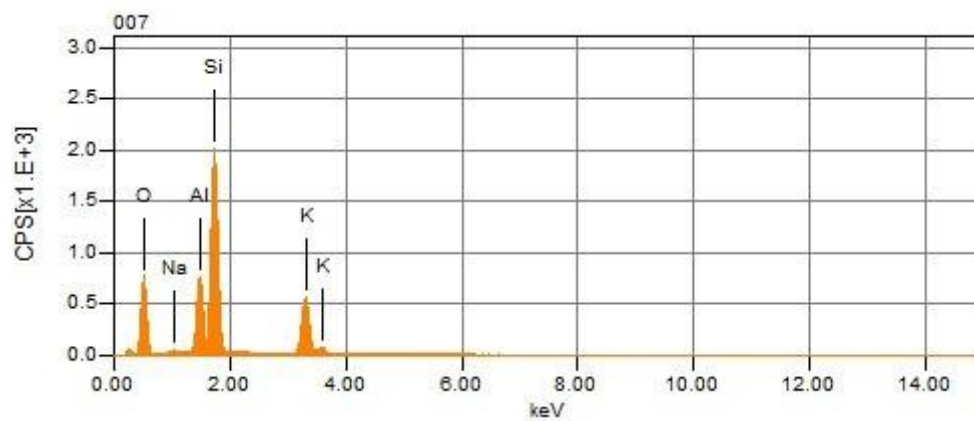


Figura 4.89- Espectro da amostra L9 no ponto 7.

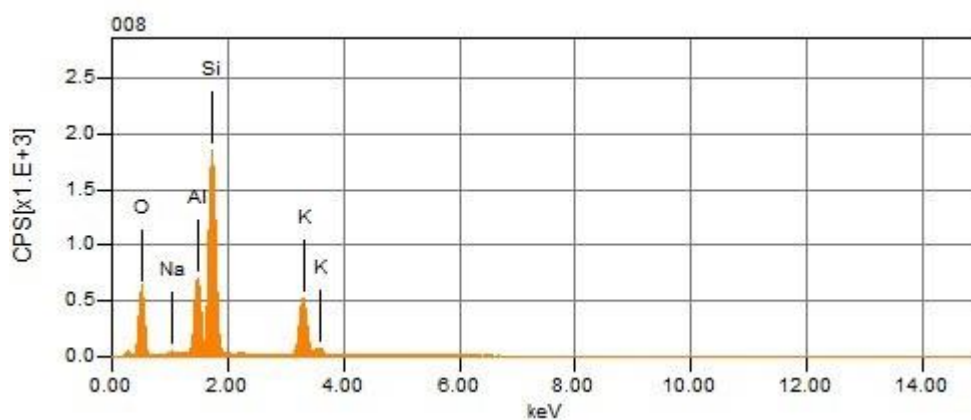


Figura 4.90- Espectro da amostra L9 no ponto 8.

Os resultados exibidos na Tabela 17 são uma maneira de simplificar e analisar os teores de cada ponto obtidos através do modo EDS e as porcentagens relativas dos óxidos na amostra. Podendo-se assim observar a composição específica de cada área demarcada.

Tabela 17- Distribuição de teores de óxidos na amostra L9.

Ponto:	1	2	3	4	5	6	7	8
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	10.22	11.45	9.79	11.70	0.21	0.33	0.54	0.67
Al ₂ O ₃	19.55	18.72	18.26	18.51	14.31	16.86	17.30	17.21
SiO ₂	70.23	69.83	71.95	69.79	55.90	64.58	64.93	64.50
K ₂ O	-	-	-	-	29.58	18.23	17.23	17.62
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mineral	albita	albita	albita	albita	microclínio	microclínio	microclínio	microclínio

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO

Com os dados geoquímicos obtidos das turmalinas (Tabela 18) é possível fazer uma boa análise dos pegmatitos em questão, uma vez que a cor e a composição das mesmas possuem variação de acordo com o fracionamento magmático. A mudança de coloração pode se ter relação também com a composição da rocha encaixante, as condições de T e P e composição de minerais presentes (Henry & Guidotti 1985).

Tabela 18- Teores de óxidos (em % peso) no conjunto de amostras de turmalinas coletadas.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	Na ₂ O
Amostra A1c	43.49	35.88	11.71	6.02	2.90
	43.88	36.07	10.73	6.13	3.19
	41.68	35.62	15.01	5.35	2.34
	42.55	36.57	13.46	5.08	2.33
	43.08	36.75	11.96	5.53	2.68
	43.04	36.50	12.33	5.44	2.69
Amostra A2	41.85	36.83	16.26	2.96	2.09
	41.72	36.74	16.59	2.81	2.13
	41.82	36.56	16.53	2.90	2.19
Amostra L5b	42.37	36.22	13.04	5.61	2.77
	42.45	36.25	12.95	5.77	2.57
	42.47	35.89	12.93	5.95	2.76
	42.66	35.71	13.04	5.76	2.84
	42.39	35.96	12.94	5.86	2.85

Desta forma, foram confeccionados gráficos com o teor das amostras identificadas como turmalina nas duas lavras do estudo, para que se fosse mais perceptível a diferenciação dos pegmatitos.

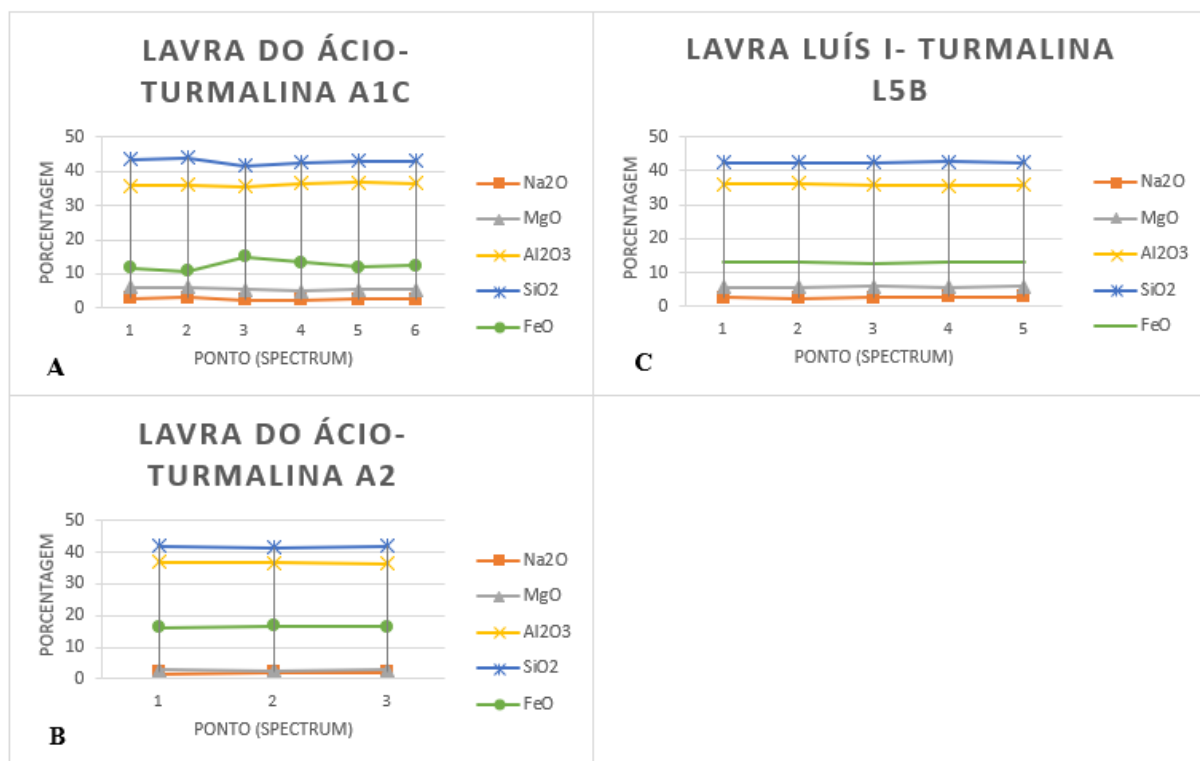


Figura 5.1- Gráfico de teores em porcentagem de óxidos vs. pontos obtidos pelo EDS para todas amostras de turmalina. A) amostra A1C da lavra do Ácio. B) amostra A2 da lavra do Ácio. C) amostra L5b da lavra Luís I.

Através da análise dos gráficos (Figura 5.1) com os dados geoquímicos das turmalinas, percebe-se que as turmalinas analisadas das duas lavras são membros da série intermediária schorl-dravita. A composição dominante é schorl e o componente dravita foi variando. A amostra A1c e L5b, possuem composições mais similares de Fe e Mg, em média 13,0% e 5,7% respectivamente, enquanto a amostra A2 apresentou teores mais baixos de Mg (2,9% em média) e mais altos de Fe (16,5% em média). O elemento Mg é considerado um bom fator discriminante para saber diferenciar as turmalinas. Esta diminuição observada no teor de Mg e aumento do Fe indica diferenciação magmática e podendo-se inferir ser uma turmalina proveniente de um pegmatito mais diferenciado que os das outras amostras.

O mesmo gráfico foi feito com as granadas (Figura 5.2) observadas nas análises químicas das amostras, com intuito de se identificar uma diferenciação do pegmatito.

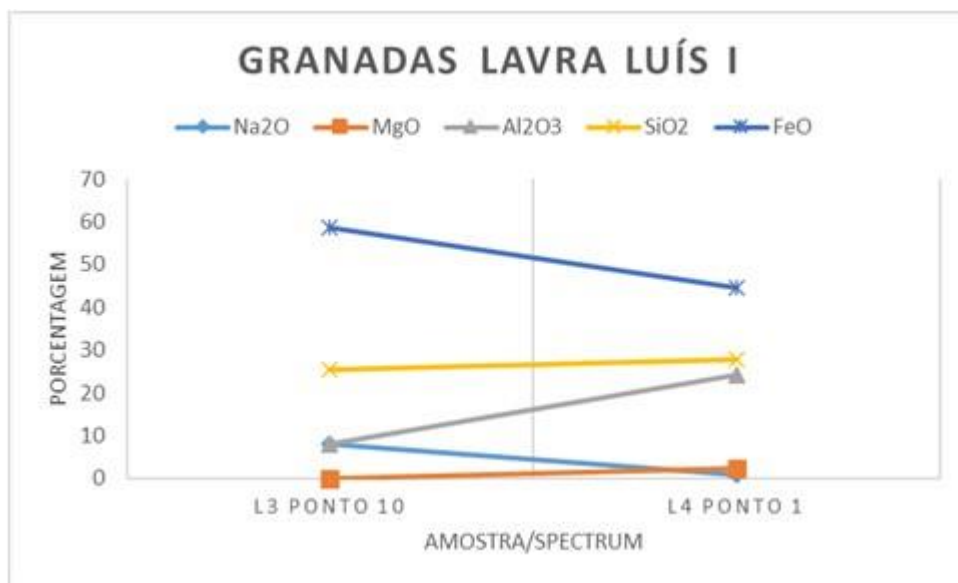


Figura 5.2- Gráfico de teores em porcentagem de óxidos vs. pontos obtidos pelo EDS para as amostras L3 e L4 de granada (almandina).

Somente a lavra Luís I houve presença da granada almandina $\text{Fe}^{2+}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ na composição química das amostras. A amostra L3 apresentou maior teor em Fe e Na, também presença de MgO (2,51%), talvez por contaminação das encaixantes. Enquanto a L4 não apresentou em sua composição MgO e demonstrou menor teor em Fe, porém maior em Al.

Essa análise de elementos maiores na composição pode nos dar a ideia de que a amostra de almandina L3 é de um pegmatito um pouco menos diferenciado do que a do pegmatito da amostra L4, por apresentar maior teor de Fe. Geralmente, tem-se a diminuição do teor de Mg e Fe conforme o magma parental se cristaliza, e aumento de Na, Al, Li, Mn e F da rocha encaixante até o núcleo da intrusão (Wise 2000).

A tabela abaixo (Tabela 19) exhibe o resultado dos minerais identificados pelo MEV nas análises químicas das duas lavras. Um deles foi classificado como não foi identificado, devido às limitações do método utilizado, em que as análises são semi-quantitativas. Trata-se de um mineral com quantidades altas de Al e Si, presença de Fe com variações na quantidade de Mg e Na.

Tabela 19- Relação dos minerais encontrados nas análises das amostras com as duas lavras do estudo

Minerais obtidos através das análises químicas do MEV das amostras coletadas		
LAVRA DO ÁCIO	A1a- muscovita e litioforita	
	A1b- albita	
	A1c- schorl- dravita e quartzo	
	A2- schorl-dravita	
LAVRA LUÍS I	L1- microclínio, albita e caulinita	L5b- schorl-dravita
	L2- albita	L6- albita, goethita e mineral não identificado
	L3- albita, mineral não identificado	L8- albita, muscovita e goethita
	,muscovita, goethita e almandina	L9- albita e microclínio
	L4- almandina e berilo	
	L5a- quartzo e muscovita	

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

Os minerais identificados nas amostras das duas lavras foram compatíveis com as associações minerais descritas nas literaturas da região e são: microclinio, albita, quartzo, muscovita, turmalina, granada, caulinita, litioforita e goethita. Demonstrando que os pegmatitos dessa região são bastante homogêneos quanto a seus elementos maiores, apresentando uma origem similar.

As muscovitas devido a sua clivagem, são mais suscetíveis a contaminação, pela facilidade que tem de adsorver elementos seja pelas fusões pegmatíticas ou soluções tardias no sistema. A menor quantidade de sódio na composição observada nas análises das mesmas indica diferenciação do pegmatito com a substituição do K por Na.

Ao se observar a presença de exsoluções de albita em K feldspato (microclínio) tem-se a informação de que são pegmatitos formados a temperaturas mais baixas. A formação de caulinita através da albita indica a presença de intemperismo químico no sistema.

As turmalinas analisadas dos pegmatitos pertencem ao grupo alcalino, membro da série schorl-dravita, porém diferindo de campo na amostra A2, com menor quantidade de dravita.

Os pegmatitos da região então, são pegmatitos diferenciados devido a vários indícios observados nos resultados das análises químicas, porém não podem ser considerados altamente evoluídos como os tratados na literatura da região pois apresentam significativos teores de Fe e Mg.

A utilização apenas do MEV para o estudo, por se tratar de uma análise semi-quantitativa, tem suas limitações e devido a isso, a utilização de outros métodos como microsonda eletrônica poderiam agregar mais a trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alkmim F.F., Marshak S., Pedrosa-Soares A.C., Peres G.G., Cruz S., Whittington A. 2006. Kinematic evolution of the Araçuaí-West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. *Precambrian Res.*, **149**: 43-64.

Almeida F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, **7**: 285-295.

Almeida F.F.M. & Hasui Y. 1984. O Pré-cambriano do Brasil. Edgard Blücher, 378.p.

Almeida F.F.M., Neves B.B.B., Carneiro C.D.R. 2000. The origin and evolution of the South American Plataform. *Earth-Science Reviews*, **50**:77-111.

Almeida, F. F. M. Província Mantiqueira. In: *Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Ed. Beca. São Paulo 2004. **13**: 205-234.

Barbosa, A. L. M.; Grossi Sad, J. H.; Melo, M. T. V. de & Torres, N. 1964. *Geologia das Quadrículas de Barra do Cuieté e Conselheiro Pena, MG*. Rio de Janeiro, DNPM/GEOSOL, 285p. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 64).

Banco de dados minerais por química. Disponível em <https://www.mindat.org/>> acesso em: Acessado em 9 jan 2021.

Bilal E., Nalini H.A., Horn, A.H., Correia-Neves, J.M., Giret, A.R., Fuzikawa, K., Fernandes, M.L.S., Mello, F., Moutte, J. 1998. Neoproterozoic granitoid suites of Rio Doce Region, Brazil. In: *International Conference on Precambrian and Craton Tectonics*, Ouro Preto. Extended Abstracts: 41-43.

Brandalise L. A. 1991. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folha Ponte Nova, SF.23-X-B-II. Escala 1:100.000. Texto explicativo. Brasília, DNPM/CPRM, 194p

Cassedanne, J.P. Famous mineral localities: the Córrego Frio mine and vicinity, Minas Gerais, Brazil. *Min. Record*, **14**: 227-237, 1983.

Chaves M. L. S. C., Scholz R., Atencio D. 2005. Assembléias e paragêneses minerais singulares nos pegmatitos da região de Galiléia (Minas Gerais). *Revista Geociências*, **24**: 143-161.

Chaves, Mario & Scholz, Ricardo. (2008). Pegmatito Gentil (Mendes Pimentel, MG) e suas paragêneses mineralógicas de fosfatos raros. Rem-revista Escola De Minas - REM-REV ESC MINAS. 61. 10.1590/S0370-44672008000200006.

Consulta ao banco de dados de química mineral. Disponível em <http://webmineral.com/> acesso em: Acessado em 9 jan 2021.

Cutts, K. A. et al. Metamorphic imprints on units of the southern Araçuaí belt, SE Brazil: the history of superimposed Transamazonian and Brasiliano orogenesis. *Gondwana Research*, v. 58, p. 211–234, mar. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X1830073X>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Féboli W.L. 2001. Projeto Leste-MG. Folha Governador Valadares (SE.24-Y-A-IV), escala 1:100.000, texto explicativo. Belo Horizonte, SEME/COMIG/CPRM, CDRom.

Gandini A. L., Marciano V. R. P. R. O., Souza L. A., Svisero D. P. 1999. Aspectos geoquímicos e genéticos dos Pegmatitos do Campo de Marilac, Governador Valadares (MG), através do estudo dos feldspatos. In: SBG/UNESP, Simpósio de Geologia do Sudeste, 6, São Pedro, Boletim de Resumos, 35.

Goldstein J.I.; Newbury D. E.; Echil P; Joy DC; Romig Jr AD; Lyman CE; Fiori C; Lifshin E. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. New York: Plenum Press; 1992.

Heilbron M., Pedrosa-Soares A.C., Campos Neto M., Silva. L.C. da., Trouw R., Janasi V. 2004. A Província Mantiqueira. In: V. Mantesso-Neto A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro & B.B.B. Neves (org.) Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca Produções Culturais Ltda, v. único, **13**; 203-234.

Henry D.J. & Guidotti C.V. 1985. Tourmaline as a petrogenetic indicator mineral: an example from the staurolite-grade metapelites of NW Maine. *American Mineralogist*, **70**: 1-15.

Kawata, Marcelo Takey. 2018. Evolução tectono-metamórfica da Formação São Tomé, Grupo Rio Doce, Faixa Araçuaí.

Motta M. F. J., Zanardo A., Junior C. M. 2001. As Matérias-Primas Cerâmicas – Parte 1: O Perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e seus Produtos. *Cerâmica Industrial*, **6**; 28-39.

Nalini Jr. H. A. 1997. Caractérisation des suites magmatiques néoprotérozoïques de la region de Conselheiro Pena et Galiléia (Minas Gerais, Brésil). Etude géochimique et structurale des suites Galiléia et Urucum et relations avec les pegmatites à éléments rares

associées. Ecole des Mines de Saint Etienne et Ecole des Mines de Paris. Tese de Doutorado. 237p.

Netto, C.; Araújo, M.C. Pinto, C.P.; Drumond, J.B.V. 1999. Projeto Leste: Cadastramento de Ocorrências Minerais – Pegmatitos. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM. 217p.

Oliveira M. J. R. 2000. Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais da região leste de Minas Gerais. Relatório Conselheiro Pena / São Gabriel da Palha, CPRM, 83 p.

Pedrosa-Soares, Antônio Carlos & Noce, C.M, Wiedemann C.M., Cristina & Pinto C.P. 2001. The Araçuaí-West Congo orogen in Brazil: An overview of a confined orogen formed during Gondwanland assembly. *Precambrian Res.*, 110: 307-323

Pedrosa-Soares, A.C., Noce, C.M., Alkmim, F.F., Silva, L.C., Babinski, M., Cordani, U., Castañeda, C. 2007. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos*, 15.

Pinto, G. P. 2001. Projeto Leste. Província Pegmatítica Oriental. Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais da região leste de Minas Gerais. SEME/COMIG/MME/CPRM. CD-ROM.

Silva, L.C., McNaughton, N.J., Armstrong, R., Hartmann, L. & Fletcher, I. 2005. The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections. *Precambrian Research*, 136: 203-240.

Scholz, R.; Karfunkel, J.; Quémeneur, J.; Addad, J.; Martins, M. S.; Figueiredo, J. C. D.; Costa, L. A.; Parreira, J. E.; Ssouza, L. A. C.; Pimenta, M.; Firmino, J. A. 2000. Caracterização de berilonitas gemológicas da região de Divino das Laranjeiras, Minas Gerais, através de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e microscopia Raman. I Simpósio Brasileiro de Tratamento e Caracterização de Gemas. Resumos. Ouro Preto. p. 32.

Scholz, R.; Addad, J.; Kargunkel, J.; Hayden, S.; Mmartins, M.S.; Figueiredo, J.; Souza, L. A. C. & Ssuza. 2001. Ambligonita-montebrasitas como ferramenta no estudo da evolução geoquímica de pegmatitos. In: 8 ° Cong. Geol. Brasileiro de Geoquímica, Curitiba, 2001.

Vieira V.S. 1993. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Projeto Cachoeiro de Itapemirim. Carta Geológica Geológico, Carta Metalogenética/Previsional,

Folha Baixo Guandu - SE.24-Y-C-V, Escala 1:100.000. Estado de Minas Gerais/Espírito Santo , DNPM/CPRM, 175 p.

Vieira V.S. 2007. Significado do Grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí. PhD Thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 129 p.

Vieira V.S., Pedrosa-Soares A.C., Silva L.C., Castañeda C. 2004. Relações entre o Grupo Rio Doce, Complexo Kinzigítico e Granitogêneses Associadas no Leste de Minas Gerais e Norte do Espírito Santo. In: Congr. Bras. Geol., 42, Araxá, Anais, p. 42.

Vieira V.S., Noce C.M, Silva L.C, Pedrosa-Soares A.C. 2006. Idades U-Pb SHRIMP de Áreas-Fontes da Sedimentação do Grupo Rio Doce, Orógeno Araçuaí. In: Congr. Bras. Geol., 43, Aracaju, Anais, p. 313.

Vieira, V.S. 2007. Significado do Grupo Rio Doce no Contexto do Orógeno Araçuaí. Belo Horizonte, IGC-UFMG, Tese de Doutorado

Wise M.A. 2000. Geochemical evolution of tourmaline in the Black Mountain pegmatite, Maine. In: GeoCanada The Millennium Geoscience Summit Conference, Calgary, Alberta, 4 p.

Wakabayashi, J., 2004, Contrasting settings of serpentinite bodies, San Francisco Bay Area, California: Derivation from the subducting plate vs. mantle hanging wall?: International Geology Review, v. 46, p. 1103– 1118, doi:10.2747/0020-6814.46.12.1103.