

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CESAR AUGUSTO SIEGA ARAUJO

**ALTERAÇÃO HIDROTERMAL E PARAGÊNESE MINERAL DA MINA
CERRO RICO – LAVRAS DO SUL, RS – NOVOS DADOS E INTERPRETAÇÕES**

**CAÇAPAVA DO SUL
2016**

CESAR AUGUSTO SIEGA ARAUJO

**ALTERAÇÃO HIDROTERMAL E PARAGÊNESE MINERAL DA MINA
CERRO RICO – LAVRAS DO SUL, RS – NOVOS DADOS E INTERPRETAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao curso de Geologia da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para a obtenção do Título de
Bacharel em Geologia.

Orientadora: Prof. Dra. Delia del Pilar
Montecinos de Almeida

**Caçapava do Sul
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

A663a Araujo, Cesar Augusto Siega

Alteração Hidrotermal e Paragênese Mineral da Mina
Cerro Rico - Lavras do Sul, RS. Novos dados e
interpretações / Cesar Augusto Siega Araujo.
128 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2016.
"Orientação: Delia del Pilar Montecinos de Almeida".

1. Mina Cerro Rico. 2. Alterações hidrotermais. 3.
Paragênese mineral. I. Título.

CESAR AUGUSTO SIEGA ARAUJO

**ALTERAÇÃO HIDROTERMAL E PARAGÊNESE MINERAL DA MINA
CERRO RICO – LAVRAS DO SUL, RS – NOVOS DADOS E INTERPRETAÇÕES**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Geologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Trabalho de Conclusão de Curso II defendido e aprovado em: 27 de junho de 2016.
Banca examinadora:

Prof. Dra. Delia del Pilar Montecinos de Almeida
Orientadora
Curso de Geologia – UNIPAMPA

Prof. Dr. Tiago Rafael Gregory
Curso de Geologia – UNIPAMPA

Prof. MSc. Luis Delfino Teixeira Albarnaz
Curso de Geologia – UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

A minha família por todo apoio que me foi dado, sempre. Em especial ao meu filho Arthur e minha colega/amiga/companheira Pâmela pelo carinho, paciência e compreensão durante o convívio nesses anos de graduação. Aos meus pais Suzana e Walter por toda batalha travada para que eu pudesse realizar o sonho de fazer parte do seletivo grupo dos maiores e melhores profissionais do mundo, os Geólogos. Às minhas irmãs Raquel e Ana Carolina pelo carinho e auxílio nas partes gráficas. A minha avó Rosa que no auge de seus 89 anos zela por toda uma família. E a todos outros familiares e amigos envolvidos nesta jornada.

A minha amiga e orientadora professora Pilar, muito obrigado pela oportunidade, os ensinamentos, bons conselhos e principalmente paciência com este aprendiz.

Aos colegas de projeto Diogo, Letícia, Gabriel, Renê e Beatriz por toda grande ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Marcelo Barcellos da Rosa (UFSM) coordenador do projeto de pesquisa no qual estou incluso e me trouxe grandes aprendizados.

À empresa *Amarillo Gold Corporation* na pessoa do Sr. Luis Carlos F. da Silva por todo auxílio prestado com a disponibilização dos materiais que ajudaram na realização e elaboração deste trabalho, em especial a Geóloga Camila Esmeris pela atenção, amparo e os diversos diálogos durante o tempo passado em Lavras do Sul.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial a professora Carla Cristine Porcher pelo auxílio quando da realização de MEV naquela instituição.

A Universidade Federal do Pampa, seus professores, técnicos e funcionários que contribuíram para minha formação e a realização do sonho que sempre me acompanhou de me tornar Geólogo.

Muito Obrigado

Cesar Augusto Siega Araujo

“...Com a mochila às costas, o martelo na mão, caminha, caminha toda a vida, sobre as cristas, na concavidade dos vales, com o olhar fixo na rocha, onde espera aparecer o indício que procura....”

Charles Combaluzier

RESUMO

A Mina Cerro Rico é uma área sob detenção de licença de pesquisa mineral da empresa Amarillo Gold Ltda. a qual se encontra a leste do município de Lavras do Sul, na região central do estado do Rio Grande do Sul. Rochas vulcânicas da Formação Hilário predominantemente piroclásticas (de afinidade cálcio alcalinas de alto potássio a shoshoníticas) contém mineralizações de ouro e cobre relacionadas a processos hidrotermais. Petrograficamente correspondem a tufos, andesitos e traquíitos. Estruturadas em veios, vênulas e preenchimento de fraturas, as mineralizações ocorridas na área de estudo possuem vínculo com os eventos tardi a pós-magmáticos que desenvolveram o contexto geológico regional. O objetivo central desta pesquisa consiste na caracterização da mineralogia principalmente dos minerais de alteração e de minérios da área para a caracterização da paragênese mineral e identificação dos processos de alteração hidrotermal que afetaram a região além da presença ou não dos Elementos Terras Raras. Foram realizados 14 dias de trabalhos em campo, sendo 4 para coleta de amostras de superfície e 10 para descrição de três furos de sondagem, sendo descritos 681,25 metros. Análises petrográficas foram realizadas em 16 amostras de mão, 11 ao microscópio, além de 4 em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). No MEV foram identificados os sulfetos bornita, pirita, arsenopirita; sulfatos barita, jarosita, alunita; os óxidos ilmenita, hematita, cromita além de silicatos muito alterados como piroxênios, anfibólios e argilominerais do grupo das cloritas, ilita, sericita e caulinita. Foram identificados fosfatos da série da crandalita além de adularia e pirofilita. As principais paragêneses determinadas na área de estudo foram: - Pirita, clorita, quartzo, calcita e actinolita e barita, corresponde a uma zona propilítica. - Arsenopirita, calcopirita, pirita e calcita, barita, adularia; epitermal de baixa sulfetação. - Esfalerita, pirita, calcopirita, pirofilita; epitermal de alta sulfetação. A paragênese covelita, pirita, pirofilita e quartzo, é indicadora de uma associação argílica avançada. A ação supergênica no Alvo Cerro Rico, possibilitou a formação de minerais como a jarosita, importante traçador de ambientes onde ocorrem mineralizações auríferas. Os dados químicos permitiram uma abordagem estatística acerca de alguns elementos (Bi, K, Ni, Sb, Zn) que são interessantes para a interpretação acerca do tipo de depósito. O La apresentou valores médios até seis vezes maiores do que o *background* nos testemunhos de sondagem. Destaca-se a relação do Bi com Sb a qual permite a interpretação de ocorrência de uma zona hidrotermal de alta sulfetação frente aos valores negativos predominantes na relação entre Sb e Zn. Assim, se interpreta a localidade da Mina Cerro Rico como sendo uma zona limítrofe com rochas que

se encontram em um regime de depósito hidrotermal do tipo pórfiro e em regimes hidrotermais do tipo epitermal (ora de alta sulfetação ora de baixa sulfetação).

Palavras-chave: Mina Cerro Rico, paragênese mineral, alterações hidrotermais, MEV.

ABSTRACT

The Cerro Rico Mine is an area which is on east of the city of Lavras do Sul, in the central region of Rio Grande do Sul state and is it under mineral exploration license by Amarillo Gold Ltd. Volcanic rocks of Hilario Formation predominantly pyroclastic (with calcium-alkaline affinity, high potassic to shoshonitic) contains gold and copper mineralization related to hydrothermal processes. Petrographically corresponds to tuffs, andesite and traquite. Structured in veins, venules and fractures fill, the mineralization occurred in the area linked with tardi to post-magmatic events who have developed the regional Geologic context. The central objective of this research consists at the characterization mainly of alteration minerals and ore, characterizing a mineral paragenesis and identifying the processes of hydrothermal alteration who have affected the region and the presence or not of Rare Earth Elements. It was realized 14 days of field work where 4 days was used to collect surface samples and 10 days used to describe 681,25 meters of three boreholes. Petrographic analysis was realized in 16 samples with 11 at the microscope and 4 at the Scanning Electron Microscope (SEM). At SEM it was identified sulfites like bornite, pyrite, arsenopirite; sulfates baryte, jarosite, alunite; the oxides ilmenite, hematite, chromite plus silicates very altered like pyroxenes/amphiboles and clay minerals of chlorite group, ilite, sericite e kaolinite. Also it can be possible to identify phosphates of the crandalita series as well as adulare and pyrophyllite. The main paragenesis found was: - Pyrite, chlorite, quartz, calcite e actinolite e baryte, corresponding to a propylitic zone. -Arsenopirite, chalcopirite, pyrite with calcite, baryte, adulare; low sulphidation zone of an epithermal deposit. - Esfalerite, pyrite, chalcopirite, pyrophyllite; high sulphidation zone of an epithermal deposit. The paragenesis covelite, pyrite, pyrophyllite and quartz indicate an advanced argillic association. A supergene action at Cerro Rico Mine allowed the formation of minerals like jarosite, a tracker mineral important in environments where there are auriferous mineralizations. The chemical data has allowed statistical approaches of some elements (Bi, K, Ni, Sb, Zn) which are important for the interpretation of what type of mineral deposit are we working with. The La has presents mean values up to six times greater than the background at the drill cores. Noteworthy is the relation between Bi with Sb which allows the interpretation of the occurrence of a hydrothermal zone of high sulphidation front of negative values prevailing in the correlation between Sb and Zn. Thus, it interprets the location of the Cerro Rico Mine as a border area

with rocks that are in a hydrothermal deposit scheme porphyry type and hydrothermal systems of epithermal type (either high sulphidation or low sulphidation).

Keywords: Cerro Rico Mine, mineral paragenesis, hydrothermal alterations, SEM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de situação da área de estudo.	20
Figura 2 – Mapa de localização da área da Mina Cerro Rico.	20
Figura 3 – Classificação dos ambientes onde ocorrem alterações hidrotermais.	23
Figura 4 – Modelo de como o ocorre o deslocamento do fluido hidrotermal e mineralizações associadas.	24
Figura 5 – Esquema de alteração em depósitos tipo pórfiro de Lowell e Gilbert (1970).	27
Figura 6 – Esquema das alterações hidrotermais em depósitos do tipo epitermal proposto por Hedenquist e Lowenstern (1994).	28
Figura 7 – Representação de depósitos orogênicos em ambiente compressivo e transpressivo.	30
Figura 8 – Comparação entre as colunas estratigráficas propostas para a bacia do Camaquã até Paim et al. (2000).	32
Figura 9 – Representação esquemática dos eventos tectônicos e magmáticos ocorridos no final do Neoproterozóico e da APVSS através do modelo elaborado por Chemale Jr. (2000).	33
Figura 10 – Mapa geológico da região do CILS e adjacências.	35
Figura 11 – Modelo de Janikian et al. (2012) demonstrando a região da sub-bacia Camaquã Ocidental.	37
Figura 12 – Área da Mina Cerro Rico, demonstrando pontos de onde foram coletadas as amostras utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.	41
Figura 13 – Fotografia de tufo lítico cinerítico grosso apresentando litoclastos e cristaloclastos cortado por veio de quartzo e posteriormente fraturas preenchidas por carbonatos.	47
Figura 14 – Fotomicrografia exemplificando amígdalas preenchidas por calcita em tufo a cristal com matriz muito fina incluindo cristais de plagioclásio submilimétrico.	48
Figura 15 – Fotografia de tufo onde se observa a concentração de minerais marcadores de tipo de depósito hidrotermal de alta sulfetação. Aglomerado de arsenopirita (Apy).	48
Figura 16 - Fotografia de tufo onde se observa a concentração de minerais marcadores de tipo de depósito hidrotermal de alta sulfetação. Acumulação de bornita (Bo).	49
Figura 17 – Imagem Backscattered de barita inserida numa vênula de calcita. Nesta amostra forma identificados traços de Na em barita e Mn na calcita	51
Figura 18 – Fotografia de intervalo em tufo interpretado como brechado. Se observa mais evidentemente o processo de cloritização/sericitização, introduzindo tons esverdeados à rocha.	52

Figura 19 – Imagem EDS representando massa fosfática cálcica sobre actinolita.	53
Figura 20: Imagem EDS, onde se observa a presença de ilmenita (porção clara) em hornblenda (ponto 230) e fase intermediária entre estes na pequena porção escura 229.	54
Figura 21 – Imagem EDS de ilmenita pontos 181 e 182 como produto de alteração sobre piroxênio demonstrado no ponto 183.	54
Figura 22 – Mineral interpretado como arsenopirita alterada e substituída observada em microscópio eletrônico de varredura.	55
Figura 23 – Clinoanfíbólio reliquiar de Mn e Fe (Arfvedsonita com Mn) no ponto 213 e Jarosita no ponto 214.	56
Figura 24 – Imagem EDS demonstrando a associação quartzo (Qtz) pirofilita (Prl) com óxidos de ferro (Ox-Fe) como coadjuvantes.	58
Figura 25 – Imagem EDS, identificando óxido de ferro e cobre a partir de uma provável Cpy e presença de calcosiderita (256); e espectro demonstrando a composição da calcosiderita.	58
Figura 26 – Distribuição do predomínio de zonas hidrotermais inferidas, evidenciando a variação lateral das zonas de alteração encontradas na área de Mina Cerro Rico.	68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Depósitos minerais associados à hidrotermalismo, relacionados a magmatismo em região de subducção	22
TABELA 2 – Valores de correlação divididos matematicamente	60
TABELA 3 – Minerais de ganga identificadores de eventos de BS e AS	62
TABELA 4 – Minerais de minério identificadores de eventos de BS e AS	63
TABELA 5 – Ouro e quartzo extraídos e relatados pelo capitão de mina na região Sr. H. Eddi da “The Rio Grande Mining Company Limited” ao Governo Imperial no ano de 1893	75
TABELA 6 – Profundidade dos poços executados e o total cavado na região, contido no relatório do capitão de mina na região Sr. H. Eddi da “The Rio Grande Mining Company Limited” ao Governo Imperial no ano de 1893.....	75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AS – Alta sulfetação
BC – Bacia do Camaquã
BS – Baixa sulfetação
BSE – Detectores de elétrons primários
CBC – Companhia Brasileira do Cobre
CILS – Complexo Intrusivo Lavras do Sul
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRM – Companhia Rio-grandense de Mineração
DRX – Difractometria de Raios X
ESRG – Escudo Sul Rio-grandense
EDS – Detector de energia dissipada
ETR – Elementos Terras Raras
FAV – Formação Acampamento Velho
Ga. – Giga anos / bilhões de anos
GL – Granito Lavras
GPS – Global Positioning System
kV – quilovolt
mA – miliampère
Ma. – Milhões de anos
MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura
N// – Nicóis paralelos
NX – Nicóis cruzados
PPGCF – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas
PPGQ – Programa de Pós-Graduação em Química
PPGTM – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Mineral
RS – Estado do Rio Grande do Sul
SEM – Detectores de elétrons secundários
UFMS – Universidade Federal de Santa Maria
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. OBJETIVOS.....	18
1.2. JUSTIFICATIVA	19
1.3. LOCALIZAÇÃO	19
2. ESTADO DA ARTE	21
2.1. ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	21
2.2. RELAÇÕES DO HIDROTERMALISMO NO DESENVOLVIMENTO DE DEPÓSITOS MINERAIS	23
2.3. TIPOS DE DEPÓSITOS RELACIONADOS A ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS ...	25
2.3.1. Depósitos tipo pórfiro	25
2.3.2. Depósito tipo epitermal.....	27
2.3.3. Depósitos Orogênicos	29
3. GEOLOGIA REGIONAL.....	30
4. GEOLOGIA LOCAL	36
5. MÉTODOS EMPREGADOS E MATERIAIS	39
5.1. Revisão Bibliográfica	39
5.2. Trabalhos de Campo	40
5.3. Etapas Laboratoriais	41
5.3.1. Petrografia.....	41
5.3.2. Análise Qualitativa e Quantitativa de Dados Geoquímicos	43
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
6.1. Descrição Petrográfica.....	44
6.1.1. Andesitos.....	45
6.1.2. Tufos	45
6.1.3. Rochas traquíticas.....	49
6.1.4. Microscópio Eletrônico de Varredura - MEV	50
6.2. Análises dos Dados Geoquímicos.....	59
7. CONCLUSÕES	65
8. REFERÊNCIAS.....	69
ANEXO I.....	75
APÊNDICE A... ..	76

APÊNDICE B.....	77
APÊNDICE C.....	116
APÊNDICE D.....	122

1. INTRODUÇÃO

Atividades de mineração estão intimamente relacionadas com o histórico do município de Lavras do Sul. Localizado no Escudo Sul Rio-Grandense na região do pampa gaúcho, traz em seu nome a importância das atividades minerárias para a região. De fato, foi em virtude das atividades de bandeirantes no século XVIII a procura de ouro aluvionar nas barrancas do rio Camaquã que a localidade começou a se desenvolver.

O bem mineral mais procurado na região é o ouro, tendo sido alvo de empresas nacionais e estrangeiras durante parte do século XIX e o século XX. Na localidade de Vista Alegre, desde os primeiros estudos realizados na BC por Carvalho (1932) em que este autor descreve a região como “... importante campo aurífero do estado.” e até mesmo antes daquele ano, vêm se extraindo ouro, seja ele em garimpos ou em atividades de empresas de mineração.

O trabalho de Carvalho (1932) apresenta alguns dados enviados ao Governo Imperial no ano de 1893. Uma carta redigida pelo capitão de mina na região Sr. H. Eddi da “The Rio Grande Mining Company Limited” apresenta as quantidades de quartzo e ouro nos meses de fevereiro a dezembro do ano de 1882¹, dados tidos como históricos sobre atividades relacionadas à geologia em Lavras do Sul mais precisamente na região de Vista Alegre onde se encontra a Mina Cerro Rico.

Foi nos anos de 1980 que empresas como a Companhia Riograndense de Mineração (CRM) e a Companhia Brasileira do Cobre (CBC) voltaram maior investimento de capital e pessoal na localidade. Atualmente algumas empresas mantêm-se na região de Lavras do Sul com projetos em fase de pesquisa mineral.

Inserida no contexto geológico regional do Escudo Sul-Rio-Grandense (ESRG), Lavras do Sul está sobre rochas da Província Mantiqueira – Associação Shoshonítica Lavras do Sul (ASLS), e da Bacia do Camaquã (BC).

As mineralizações da Mina Cerro Rico encontram-se em rochas vulcânicas da Formação Hilário, pertencentes ao Grupo Bom Jardim, ou Alogrupo Bom Jardim de Paim, Lopes e Chemale Jr. (1995), que compreende rochas vulcânicas de afinidade cálcio alcalinas de alto potássio a shoshoníticas.

¹ ANEXO 1.

² Compostos como H₂O, CO₂ e outros a base de F, Cl, por exemplo.

³ Verter, derramar, tirar para fora de algum local.

⁴CR-XX – número do ponto. Representa a entrada de 02 (dois) dígitos a iniciar em 01e mantendo aumento progressivo e unitário para a identificação das amostras sem que haja risco de sobreposição. Quando da ocorrência de mais de uma amostra de um mesmo afloramento, o nome da amostra é acompanhado por letras a

A realização deste trabalho visa entender as alterações hidrotermais e paragênese mineral das rochas presentes na área da Mina Cerro Rico, a leste do município de Lavras do Sul. Bongioiolo (2006), Bongioiolo et al (2011), Gastal et al. (2006, 2015), Mexias (1990, 2000) Mexias et al. (2007), Lima e Nardi (1998), Lima, Sommer e Nardi (2007), Liz (2008), Liz, Lima e Nardi (2009) e Nardi e Lima (1985) realizaram trabalhos pretendendo compreender a geologia e identificar mineralizações auríferas e os tipos de alteração ocorrida pela ação de líquidos hidrotermais em Lavras do Sul, sendo assim, visa-se agora agregar novas informações sobre as alterações hidrotermais e a paragênese mineral restritamente na área de estudo.

Ressalta-se que o presente trabalho é um subprojeto do projeto de pesquisa “Rede interinstitucional para consolidação da pesquisa em Terras Raras na região central do estado do Rio Grande do Sul: Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ-UFSM), Ciências Farmacêuticas (PPGCF-UFSM) e em Tecnologia Mineral (PPGTM-UNIPAMPA)”; projeto CNPq – processo N° 405806/2013-2.

1.1.OBJETIVOS

Como objetivos gerais do trabalho têm-se:

- Caracterizar a mineralogia principalmente dos minerais de alteração e de minérios na área da Mina Cerro Rico;
- Identificar os processos de alteração hidrotermal;
- Identificar a paragênese mineral nas rochas da área de estudo;
- Identificar a presença dos ETR na rocha e em minerais de alteração e de minérios.

Como objetivos específicos têm-se:

- Analisar, compreender e determinar os processos de alteração hidrotermal ocorridos na área de estudo;
- Interpretar através dos dados obtidos a mudança ocorrida nos minerais e nas rochas da área de estudo por meio das alterações hidrotermais.

1.2.JUSTIFICATIVA

A escolha da área do alvo Cerro Rico se deu em virtude da facilidade de deslocamento até o local, a boa quantidade de material bibliográfico e estudos realizados no município de Lavras do Sul e o acesso a amostras de furos de sondagem cedidos pela Amarillo Gold Corporation assim como resultados geoquímicos desses furos.

Questões como a importância e a necessidade de encontrar bens minerais na região da campanha e a contribuição para o avanço do conhecimento geológico da região de Lavras do Sul através de estudos sobre a mineralogia e alterações também foram decisivos para a escolha do tema.

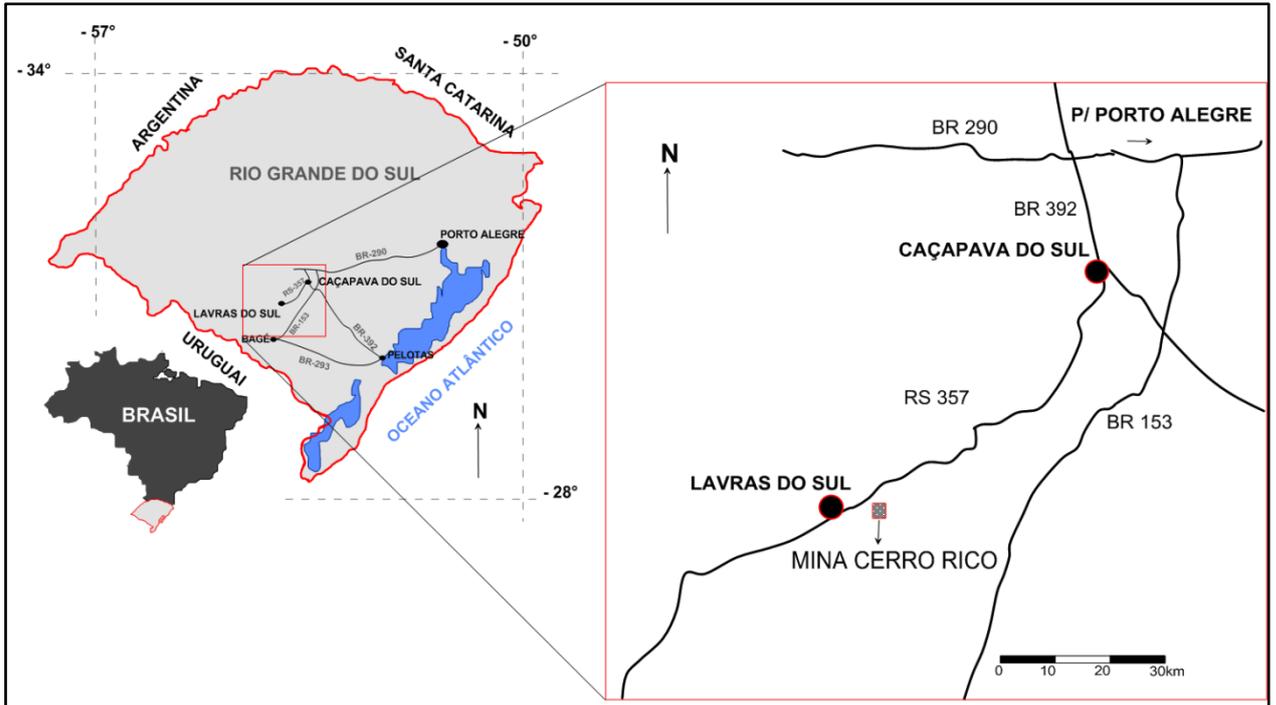
A proximidade de Lavras do Sul com o município de Caçapava do Sul (sede do Campus Caçapava do Sul da UNIPAMPA) permitiu deslocamento rápido (em torno de uma hora) ao local de estudo.

Outro aspecto importante que justifica este estudo, além do apoio da Empresa Amarillo Gold Corporation, é o auxílio financeiro que se tem através do projeto CNPq processo N° 405806/2013-2.

1.3.LOCALIZAÇÃO

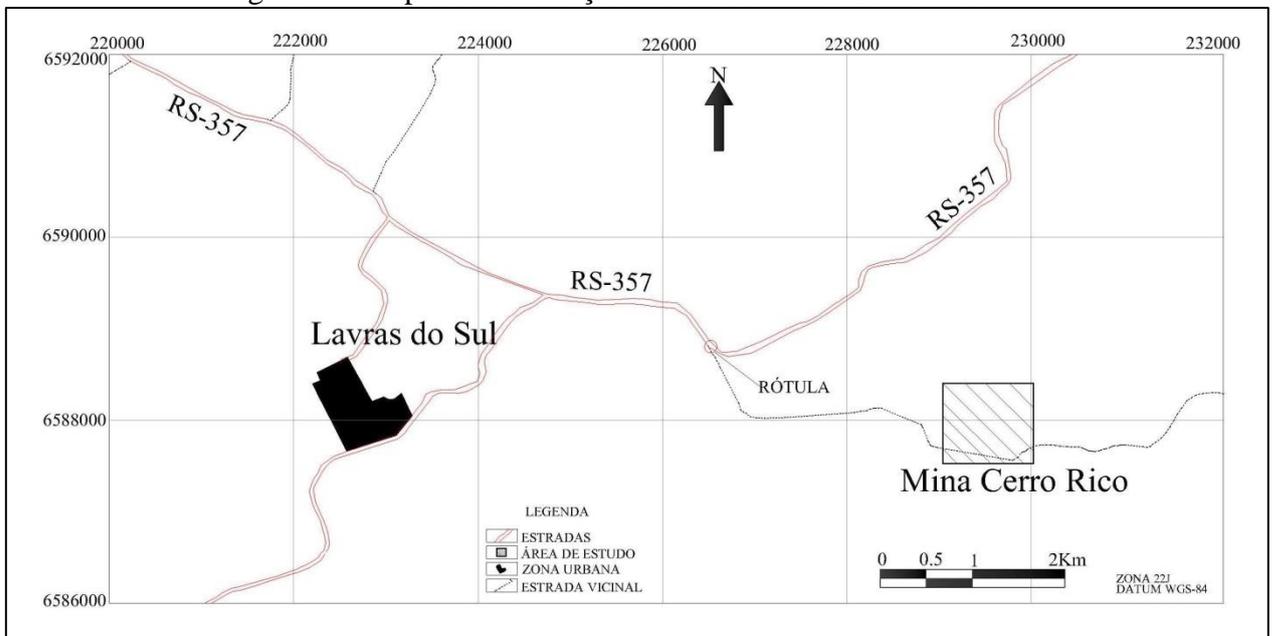
A área de estudo se encontra no município de Lavras do Sul, na região central do estado do RS, porção mais austral do Brasil. A partir da capital Porto Alegre, toma-se a rodovia BR-290 por aproximadamente 250 km até o entroncamento com a BR-392, rodovia esta que permite acesso à cidade de Caçapava do Sul. Dali chega-se a rodovia ERS-357, que permite acesso a Lavras do Sul seguindo pela mesma por aproximadamente 55 km, encontra-se uma rotatória onde se deve entrar à esquerda (sentido ESE) em estrada vicinal e seguir por mais 4,4km até a localidade da Mina Cerro Rico na região de Vista Alegre, em Lavras do Sul (Figura 1 e Figura 2).

Figura 1 – Mapa de situação da área de estudo.



Fonte: Extraído e adaptado de Mapa Geopolítico do Estado do Rio Grande do Sul e Carta do Exército Folha Lavras do Sul/RS (SH 22-V-A-IV-3-2995/3).

Figura 2 – Mapa de localização da área da Mina Cerro Rico.



Fonte: Carta do Exército Folha Lavras do Sul/RS (SH 22-V-A-IV-3-2995/3).

2. ESTADO DA ARTE

Os processos de alteração hidrotermal estão relacionados à mudança e variação da composição mineralógica e por vezes textural/estrutural das rochas. Será abordado aqui o que são estes processos de mudança, sua relação no desenvolvimento de depósitos minerais e exemplos.

2.1. ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS

Mudanças na composição dos minerais de uma rocha, fazendo com que um mineral “a” mude para um mineral “b”, quando ocasionadas por líquidos quentes² (hidrotermais) normalmente salinos, aliados a altas pressões desses fluidos, recebem o nome de alteração hidrotermal.

De acordo com Gill (2014), o acúmulo de espécies voláteis em fluidos magmáticos tardios acarreta na ocorrência de uma “lavagem” por fluidos hidrotermais em rochas que estejam próximas destas fases fluidas. Estes fluidos hidrotermais de origem magmática podem ser suplementados por outras fontes, como águas subterrâneas que possuam origem meteórica e passam a ser aquecidas.

O trabalho de Bogie et al. (2005) apresenta a ideia de que magmatismo e sistemas hidrotermais associados possuem diferenças particularmente relacionadas ao fato de ocorrerem em ambientes aquáticos ou aéreos. Outra questão seria que a influência para o hidrotermalismo seja advinda de águas oceânicas quando da ocorrência de eventos vulcânicos submersos e/ou águas subterrâneas inicialmente meteóricas.

Vulcanismo e plutonismo podem estar ou não relacionados a episódios de subducção de forma que, quando da ocorrência destes acontecimentos, alguns depósitos minerais relacionados à hidrotermalismo estão associados. Alguns exemplos destes tipos de depósitos que ocorrem em ambientes onde estão associados magmatismo e subducção são elencados por Hedenquist e Lowenstern (1994) e apresentados na TABELA 1.

De acordo com Henrichs (2013), as alterações hidrotermais podem ser pervasivas, seletivas e não pervasivas. A primeira ocorre com a substituição da maioria dos minerais da rocha original, na segunda são substituídos minerais específicos como biotita e plagioclásios (substituídos por cloritas e sericita, respectivamente) e na última são alteradas apenas porções

² Compostos como H₂O, CO₂ e outros a base de F, Cl, por exemplo.

onde há veios e fraturas mineralizadas, mantendo a rocha encaixante sem influência deste evento mineralizador.

TABELA 1

Depósitos minerais associados à hidrotermalismo, relacionados à magmatismo em região de subducção.

Tipo de Depósito	Relação com o Magma	Temperatura e Profundidade	Tipo de Fluido	Metais Associados	Análogo Ativo Atual	
Pórfiro	Adjacente ou hospedado na intrusão	> 600° a 300°C 2 a 5 km	Hipersalino ou vapores imiscíveis	Cu ± Mo ± Au, Mo, W ou Sn	Corpos magmáticos rasos abaixo de estratovulcões	
Skarn	Adjacente intrusão rochas carbonáticas	600° a 400°C 1 a 5 km	Salino a moderadamente salino	Fe, Cu, Sn, W, Mo, Au, Ag, Pb-Zn	Corpos magmáticos rasos abaixo de estratovulcões	
Veios Relacionados a Plutonismo	Fraturas na intrusão ou próximas a ela	450° a 300°C profundidades variáveis	Salinidade moderada a baixa	Sn, W, Mo ± Pb-Zn, Cu, Au	Corpos magmáticos rasos abaixo de estratovulcões	
Epitermal	Alta Sulfetação	Abaixo da intrusão parental	< 300° Próximo a superfície > 1,5km	Salinidade moderada a baixa, aparecimento de condensados ácidos	Au-Cu Ag-Pb	Fumarólas de alta temperatura e fontes termais ácidas próximo a respiradouros
	Baixa Sulfetação	Distante(?) da fonte de calor magmática	300°C a 150°C Próximo a superfície 1 a 2km	pH neutro, rico em gás e de muito baixa salinidade	Au (Ag, Pb-Zn)	Sistemas geotérmicos com fontes termais de pH neutro
	Sulfetos Massivos	Distante(?) da fonte de calor magmática	300°C a 150°C Próximo a superfície 1 a 2km	Salinidade Moderada	Ag, Pb-Zn (Au)	Salmouras breves/passageiras
	Orogênicos	Próximo a domos extrusivos	< 300°C, próximo ou no assoalho oceânico	Próximo a salinidade da água do mar, rico em gases	Zn-Pb-Ag (Cu ou Au)	Chaminés de fundo marinho e fumarólas em assoalho oceânico de Back-arc
Orogênicos	Região Supracrustal	200° a 700°C 2 a 20km	Salinidade moderada a baixa	Au, Ag, As Sb, W	Grandes veios e <i>Stockworks</i>	

Fonte: Extraído e modificado de Hedenquist e Lowenstern (1994).

Com relação aos limites de estabilidade das zonalidades das alterações hidrotermais, Inoue (1995), traz uma classificação para os ambientes hidrotermais (Figura 3), a partir da atividade de cátions em solução e da temperatura, como sendo ácidos intermediários e alcalinos.

Figura 3 – Classificação dos ambientes onde ocorrem alterações hidrotermais.

Alteração tipo Ácida		Zona da halloisita	Zona da caolinita			Zona da pirofilita
Alteração intermediária	Série K	Zona da esmectita	Zona de inter-estratificados	Zona da illita	Zona do k-feldspato	
	Série Ca-Mg	Zona da esmectita		Zona de inter-estratificados	Zona clorita-epidoto	Zona epidoto-actinolita
Alteração alcalina	Série Ca	Zona da estilbita	Zona da eulandita	Zona da laumontita		
	Série Na	Zona da mordenita	Na	Zona da analcima	Zona da albita	

Fonte: Extraído de Bongiolo (2006).

A razão a/a encontrada na tabela acima é explicada por Inoue (1995) como sendo indicadora da quantidade de cátions em solução hidrotermal, isto é, quanto maior a quantidade de cátions mais ácido o fluido é considerado e quanto menor a quantidade de cátions mais alcalino fluido se torna.

2.2. RELAÇÕES DO HIDROTERMALISMO NO DESENVOLVIMENTO DE DEPÓSITOS MINERAIS

Os processos de alteração hidrotermal são responsáveis pela geração de diversos tipos de depósitos, desde minerais metálicos (de base à indústria de ponta), não metálicos e gemas.

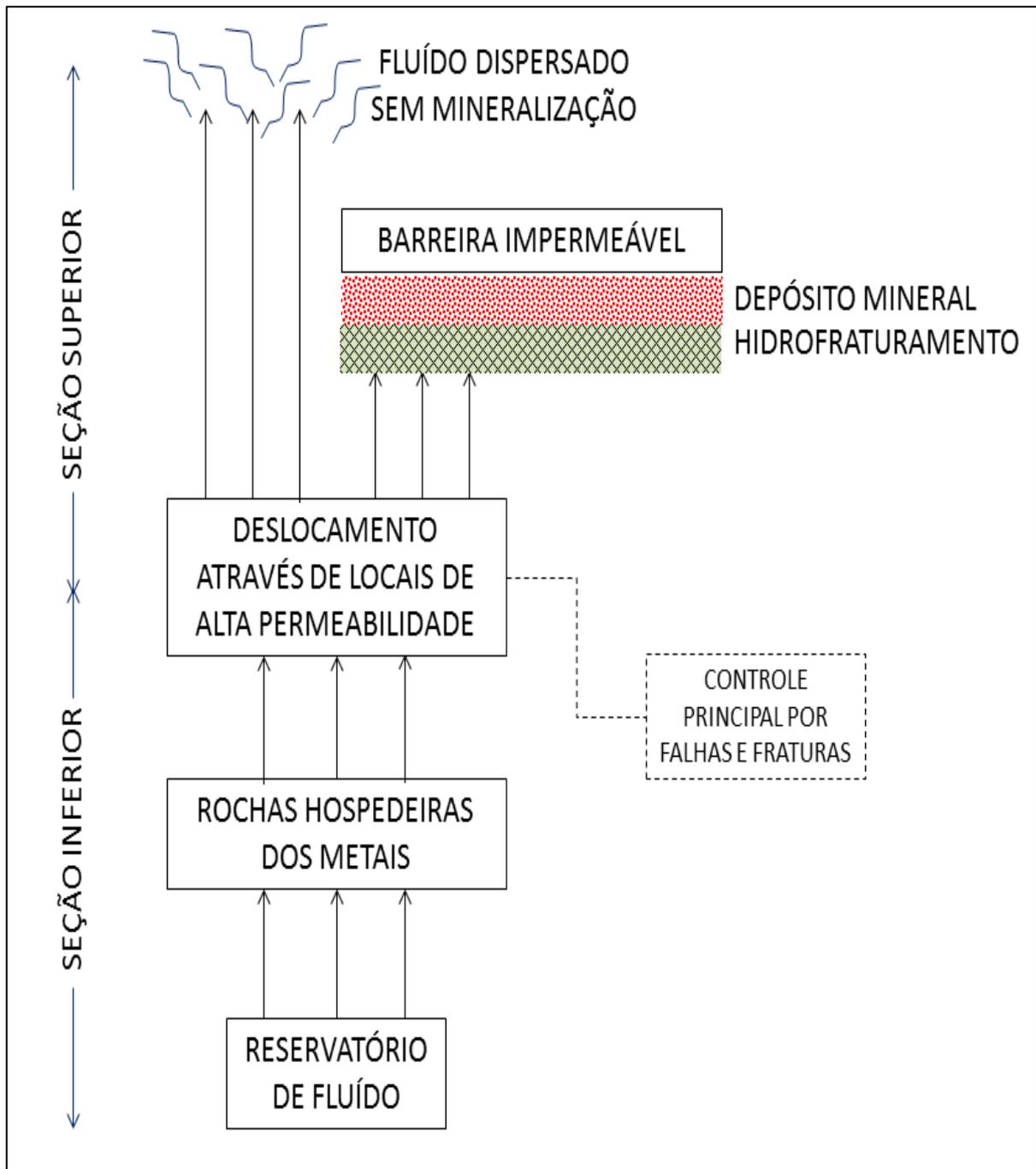
Pirajno (2010) ressalta que ao observarmos os processos de alteração hidrotermal e seus respectivos depósitos, vemos que existem diferenças entre depósitos de minério formados durante o Arqueano e o Paleoproterozoico para aqueles do Meso, Neoproterozoico, Paleozoico até hoje. Não são encontrados correspondentes modernos para estes depósitos mais antigos em virtude das diferenças geodinâmicas, metalogenéticas e/ou biogênicas e atmosféricas entre eles.

Um esquema para explicar a ação de fluidos hidrotermais e sua relação com mineralizações (Figura 4) foi apresentado por Pirajno (2010) e contempla de forma simplificada e bastante didática a ação desses líquidos quentes sobre as rochas hospedeiras.

Exemplo do ocorrido quando da ação de líquidos hidrotermais é descrito por Shanks III (2012) para rochas vulcânicas, de forma que estas rochas quando hospedeiras de

mineralização desenvolvem num primeiro estágio mudanças no vidro vulcânico e logo após nos minerais como plagioclásio, ortoclásio, quartzo, biotita, muscovita, anfibólio, piroxênio, titanomagnetita entre outros que sejam componentes da rocha.

Figura 4 – Modelo de como o ocorre o deslocamento do fluido hidrotermal e mineralizações associadas.



Fonte: Adaptado de Pirajno (2010).

2.3. TIPOS DE DEPÓSITOS RELACIONADOS A ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS

São encontrados na literatura e estudados diversos tipos de depósitos minerais associados a eventos hidrotermais e magmatismo. Serão apresentados depósitos os quais possuem relação a eventos magmáticos em que ocorrem plutonismo/vulcanismo, pois assim como observado por Chemale Jr. (2000) é neste contexto em que se encontra a área de estudo. Segundo aquele autor, ocorreu no ESRG um episódio magmático relacionado ao vulcanismo da Formação Hilário e plutônicas associadas.

Dessa forma, serão descritos posteriormente depósitos classificados por Bongioiolo (2006) como de Sistemas Fósseis, sendo eles o Pórfiro e Epitermais, uma vez que estas ocorrências são interpretadas como presentes na região. Outro motivo se dá porque estes tipos de depósitos observados em situações como à sucedida quando da geração do vulcanismo e plutonismo relacionado aos eventos magmáticos tardi e pós-orogênicos que geraram as rochas da área de estudo e aquelas determinantes para os eventos hidrotermais.

2.3.1. Depósitos tipo pórfiro

Sillitoe (1979) considera como características que auxiliam no reconhecimento deste tipo de depósito a presença de veios e vênulas (*em stockworks*) contendo sulfetos disseminados, a mineralização espacial geneticamente associada a corpos intrusivos porfiríticos e grandes volumes de rocha afetados por alteração hidrotermal. O mesmo autor separa os depósitos do tipo pórfiro em dois, um relacionado a arcos de ilhas que geralmente apresentam-se mais ricos em ouro e pobres em molibdênio e o outro relacionado a orogêneses de margens continentais em que há menos ouro e mais molibdênio. Aquele autor salienta que questões estruturais destas rochas como fraturamentos e falhamentos são observadas com frequência. Tais características se dão em virtude de aquelas rochas estarem associadas à intrusão de corpos ígneos e sequências vulcânicas contemporâneas, além de ações cinemáticas relacionadas a este tipo de evento.

As alterações hidrotermais são separadas em seis zonas, a saber: Ca-Na silicática, potássica (K silicática), propilítica, fílica (ou sericítica), argílica intermediária e argílica avançada. Estas alterações podem não se desenvolver em um mesmo espaço de tempo, mantendo muitas vezes características de evolução das assembleias mineralógicas e halos de alteração visíveis. A seguir, descrição de cada uma das seis zonas citadas acima, de acordo

com Bongiolo (2006) e exemplificadas graficamente de acordo com o esquema proposto por Lowell e Gilbert (1970) (Figura 5).

A zona de alteração propilítica corresponde à zona mais externa mineralizada dos depósitos tipo pórfiro e perfazem grande volume de rochas. A paragênese é caracterizada pela presença de clorita (\pm actinolita), epidoto e calcita (\pm albita) e magnetita. Os sulfetos predominantes ocorrem em veios e vênulas contendo pirita (principal), calcopirita, esfalerita e galena associado a quartzo e carbonatos.

Para a zona de alteração fílica, o reconhecimento se dá através da associação mineralógica quartzo-sericita-pirita, onde o sulfeto ocorre como sendo o principal e pode estar acompanhada de calcopirita na forma de veios juntamente com quartzo ou mesmo na forma disseminada. A razão fluido/rocha é elevada, isto é, há intenso fraturamento, o que permite elevada formação de argilas pois há muito mais quantidade de rocha em contato com fluidos contendo capacidade de alterar a mineralogia inicialmente encontrada.

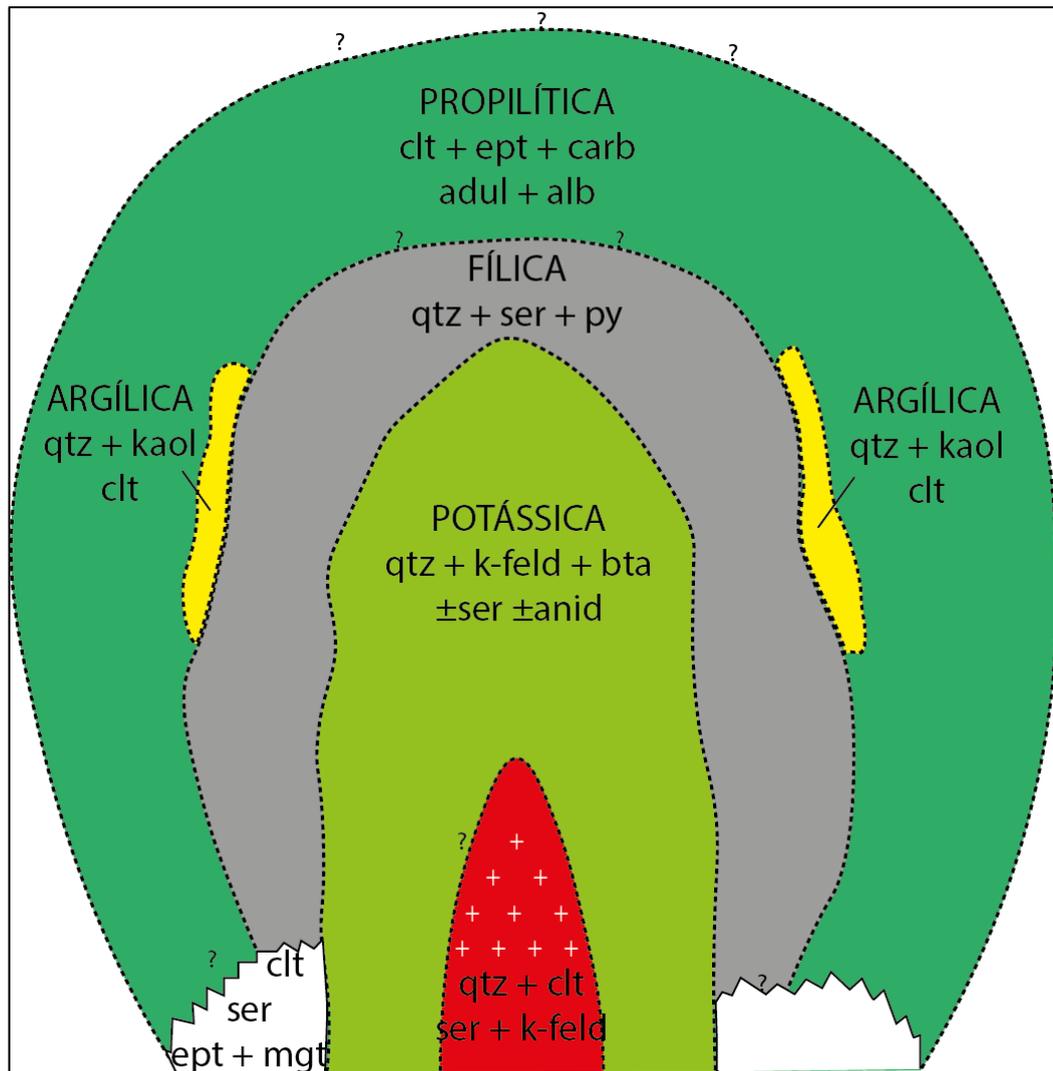
Na zona de alteração Ca-Na silicática a composição da paragênese mineral é dada por anfibólios sódico-cálcicos (e.g. actinolita e hornblenda), plagioclásio (e.g. albita ou oligoclásio) e magnetita. Tais minerais podem ocorrer tanto substituindo a rocha encaixante ou como constituintes texturais das rochas como vênulas.

A zona de alteração argilítica intermediária tem variável assembleia mineralógica de alteração, correspondendo a finos grãos de muscovita/sericita, clorita, calcita, illita e esmectita. Normalmente ocorrem vênulas e grãos disseminados de pirita, calcopirita, e hematita especular e os prévios *stockworks* de quartzo mantêm-se preservados, porém alteram-se os conteúdos de Au e Cu.

A zona de alteração argilítica avançada ocorre na porção superior dos depósitos tipo pórfiro, sua assembleia mineral é basicamente composta de quartzo (calcedônia, *vuggy* quartzo), alunita, pirofilita, caulinita e barita, esta última aparecendo na fase final de cristalização dos veios. Quanto mais próximo da porção de base desta alteração os minerais alteram-se predominando pirofilita e/ou dickita sobre quartzo-alunita além de assembleias pirita-covelita/calcocita/bornita.

A zona de alteração potássica é caracterizada pela presença de biotita aparecendo em vênulas e por substituição de outros minerais, juntamente com magnetita, anidrita e sulfetos. A actinolita se encontra presente e o feldspato potássico em grande quantidade (proporcionalmente). A alteração hidrotermal nesta zona ocorre após o fim do evento magmático. Outro fator preponderante é a presença de *stockworks* de quartzo. Vale ressaltar que este tipo de alteração se desenvolve em porções profundas dos sistemas hidrotermais.

Figura 5 – Esquema de alteração em depósitos tipo pórfiro de Lowell e Gilbert (1970).



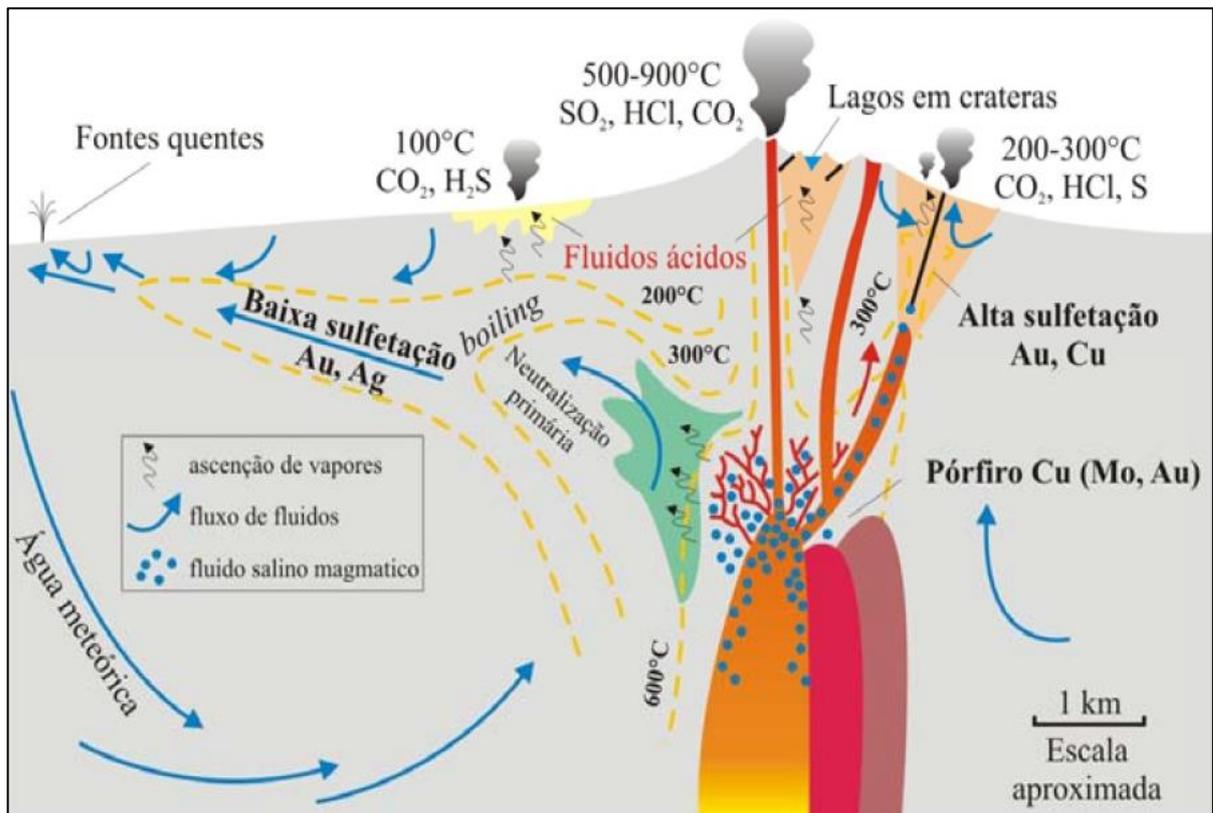
Legenda: adul – adularia; alb – albita; anid – anidrita; bta – biotita; carb – carbonatos; clt – clorita; ept – epidoto; kaol – caulinita; k-feld – feldspato potássico; mgt – magnetita; py – pirita; qtz – quartzo; e ser – sericita.

Fonte: Extraído e adaptado de Lowell e Gilbert (1970).

2.3.2. Depósito tipo epitermal

Da forma que exposto na tabela 1 (página 22), Hedenquist e Lowenstern (1994) separam os depósitos epitermais como sendo de alta sulfetação (AS) e baixa sulfetação (BS), ao passo que o primeiro se encontra logo abaixo da intrusão parental (fonte de calor) e o segundo distante da mesma, assim como apresentado na Figura 6. Outro fator característico deste tipo de depósito é sua localização próxima da superfície (entre 1 e 2 km de profundidade) e temperaturas relativamente baixas ($t < 300^{\circ}\text{C}$) se comparados às intrusões geradoras dos depósitos tipo pórfiro.

Figura 6 – Esquema das alterações hidrotermais em depósitos do tipo epitermal proposto por Hedenquist e Lowenstern (1994).



Fonte: Extraído de Bongioiolo (2006).

A separação trazida por Hedenquist e Lowenstern (1994), entre depósitos de AS e BS, é dada prioritariamente em função da associação mineralógica de alteração correspondente a cada tipo de depósito, a qual é advinda em virtude dos diferentes fluidos hidrotermais que interagem no sistema.

Os depósitos de alta sulfetação (AS) são formados por fluidos ácidos e oxidantes típicos de nascentes quentes ácidas próximas a vulcões e possuem associações de metais como Au-Cu e Ag-Pb. White e Hedenquist (1995) trazem como sendo importantes minerais de minério traçadores de zonas de AS pirita, covelita esfalerita, galena, ouro e prata nativos, e veios e vênulas de quartzo, caulinita, pirofilita-diásporo, alunita e barita para minerais de ganga.

Já os depósitos de baixa sulfetação (BS) são formados por fluidos com pH próximo ao neutro e redutores como aqueles encontrados em sistemas geotérmicos (privilegiada a mineralização de metais como Au e subordinadamente Ag, Pb-Zn) e salmouras efêmeras (priorizada a mineralização de Ag e subordinadamente Au, Pb-Zn). White e Hedenquist (1995) trazem como sendo importantes minerais de minério traçadores de zonas de BS

calcopirita, arsenopirita, pirita, galena e esfalerita, e veios/vênulas de quartzo/calcedônia, calcita, barita (em menor quantidade), adularia e ilita para minerais de ganga.

Robb (2005) determina as espécies de sulfetos presentes no fluido hidrotermal para os depósitos de alta e baixa sulfetação como sendo sulfetos reduzidos (HS^- , H_2S) nos de alta e oxidados (SO_2 , SO_4^{2-} , HSO_4^-) nos de baixa.

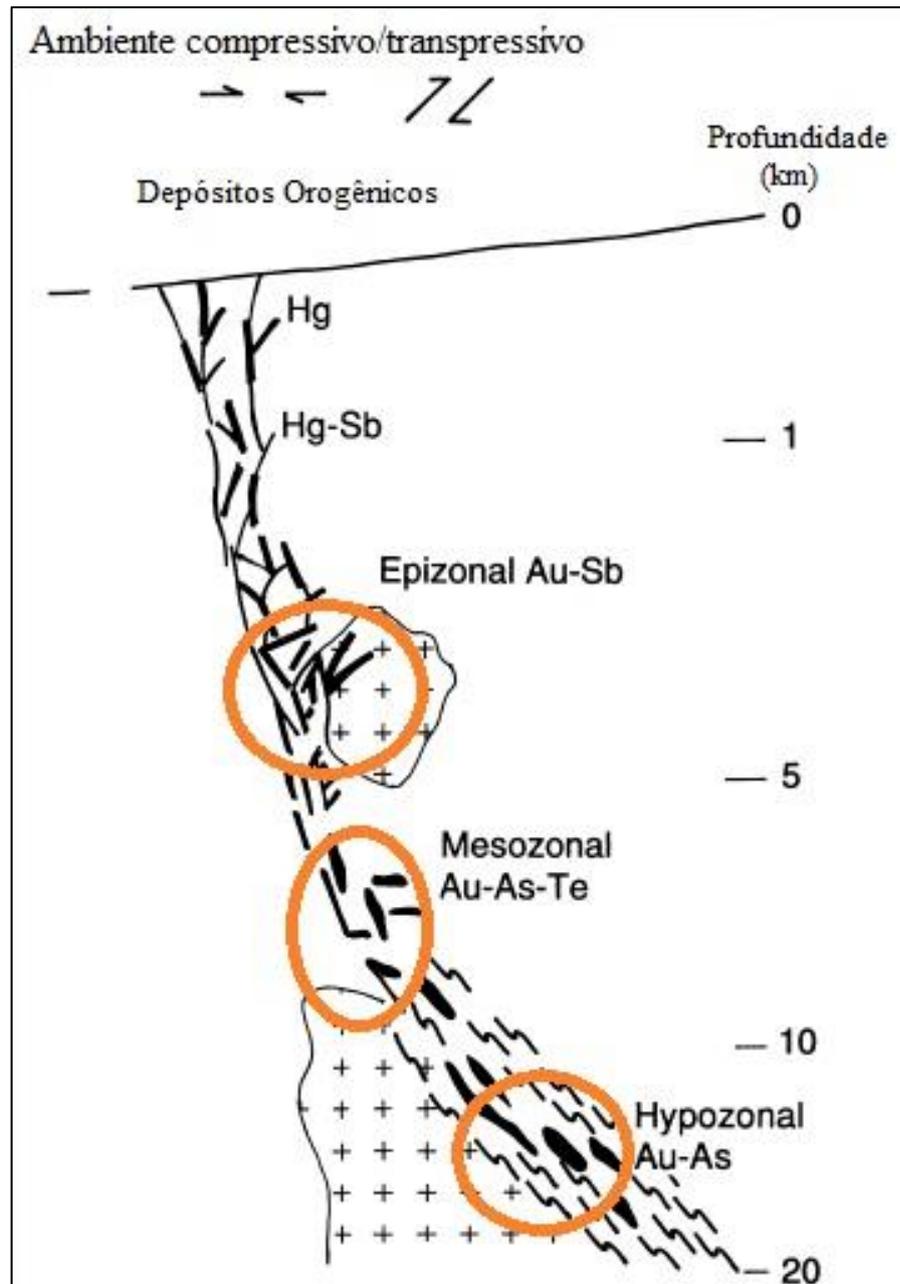
2.3.3. Depósitos Orogênicos

Conhecido também como depósito de ouro mesotermal, estão associados a regimes compressoriais a extensionais, mais precisamente a terrenos de acreção em limites de placas (GROVES ET AL., 1998). Estes depósitos também podem ser classificados como epizonal, mesozonal e hipozonal, de forma que correspondem respectivamente a profundidades de alojamento em <6 km, 6 a 12 km e >12 km (Figura 7). O mesmo autor destaca que as mineralizações ocorrem em estruturas de segunda e terceira ordem e comumente em larga escala (crustal) e relacionam-se a: - falhas de alto ângulo, as quais transcendem o limite dúctil da crosta; - stockworks ou zonas de brechas em rochas competentes; - zonas de falha ou eixos de dobras em porções dúcteis.

As alterações hidrotermais ocorridas neste tipo de depósito são variáveis, uma vez que as falhas possuem vasta profundidade, essas alterações dependem da variabilidade da rocha nas paredes de falha. A formação de minerais secundários neste tipo de depósito comumente gera, quando carbonatos, ankerita, dolomita e calcita; quando sulfetos, pirita, pirrotita e arsenopirita, estando presentes com alta frequência os processos de sericitização, albitização e cloritização. Normalmente as alterações ocorrem na fácies xisto verde, sendo estas ocorridas em escala horizontal e na ordem de dezenas a centenas de metros.

Cabe mencionar que Gastal et al. (2015) elucidam a respeito da diversidade de falhas de alto ângulo relacionadas à colocação do granito Lavras. Dessa forma, através do que exposto por Mexias (1990), tais falhas de alta profundidade e alto ângulo são capazes de transportar fluidos de composição variada, inclusive meteórica, de porções da superfície e outros locais subterrâneos como aquíferos, até grandes profundidades. Estas falhas teriam capacidade de, assim como descrito por Groves et al. (1998), transportar fluidos hidrotermais em um fluido ascendente e lateralizado, permitindo o desenvolvimento de mineralizações tanto no granito Lavras quanto nas vulcânicas próximas relacionadas ao vulcanismo do Hilário.

Figura 7 – Representação de depósitos orogênicos em ambiente compressivo e transpressivo.



Fonte: Extraído e adaptado de Groves (1998).

3. GEOLOGIA REGIONAL

Lavras do Sul, situada sobre o Escudo Sul Rio-Grandense (ESRG) na porção meridional da província Mantiqueira está inserida no domínio do Terreno São Gabriel. Tal unidade vem a ser um Terreno relacionado a eventos orogênicos neoproterozoicos no ESRG juntamente com o orógeno Dom Feliciano. Na porção leste do município supracitado há uma

interação entre rochas magmáticas, vulcânicas de afinidade shoshonítica, sedimentares (siltitos, arenitos, conglomerados) e granitóides cálcio-alcalinos (LIMA, SOMMER e NARDI, 2007).

Paim, Chemale Jr. e Lopes (2000) dividem o ESRG em quatro Terrenos ígneos e metamórficos distintos, a citar: (i) Complexo Granulítico Santa Maria Chico contendo rochas metamórficas deformadas no paleoproterozoico (aprox. 2.1 Ga) de protólitos arqueanos; (ii) Cinturão Vila Nova (análogo ao Arco São Gabriel) com rochas granito-gnáissicas e vulcano-sedimentares com os principais processos magmáticos e deformacionais com idades entre 850-700 Ma; (iii) Cinturão Tijucas composto por rochas gnáissicas, graníticas e anfibolíticas paleoproterozóicas retrabalhadas durante a orogênese de 770-800 Ma e por unidades vulcano-sedimentares geradas nessa mesma idade; e (iv) Cinturão Granítico Gnáissico Dom Feliciano com unidades gnáissicas-migmatíticas-graníticas caracterizadas por intenso magmatismo entre 650-590 Ma e retrabalhamento de uma crosta paleoproterozoica (2.3 – 2.0 Ga) a qual ainda foi preservada em algumas porções mesmo após o evento brasileiro.

Lavras do Sul se encontra inserida no contexto do Cinturão Vila Nova, o qual é delimitado a leste pela Sutura de Caçapava, a oeste e sul pelo Lineamento de Ibaré, sendo dividido em Terreno Metamórfico de Acresção Palma (TMAP, 1000 a 700 Ma) e Associação Plutono-Vulcano-Sedimentar Seival (APVSS, 610 a 470 Ma).

É no contexto da APVSS que se encontram os Alogrupos da Bacia do Camaquã (BC) (Figura 8) descritos por Paim, Chemale Jr. e Lopes (2000) a mencionar: Alogrupos Maricá, Bom Jardim, Cerro do Bugio, Santa Bárbara e Guaritas, de forma que algumas já haviam sido mencionadas quando da breve síntese dos Terrenos que compõem o Escudo Sul Rio-Grandense, mais precisamente nas fases tardi- a pós-colisionais do Ciclo Brasileiro (PAIM, CHEMALE JR. E LOPES, 2000).

Vale ressaltar que além das rochas vulcânicas e sedimentares da BC, Chemale Jr. (2000) indica que estão inclusas na APVSS intrusões graníticas geradas no período tardi a pós-orogênico em região de retroarco quando da convergência entre as Placas Kalahari e Rio de La Plata (Figura 9).

De acordo com Paim, Chemale Jr. e Wildner (2014) as fases tardi e pós-orogênicas podem ser separadas como sendo tardi-orogênica nas bacias de retro-arco de antepaís Maricá e Transcorrentes Bom Jardim E e W. Já as pós-orogênicas são os riftes Santa Bárbara Oeste e Leste e Rifte Guaritas.

Figura 8 – Comparação entre as colunas estratigráficas propostas para a bacia do Camaquã até Paim et al. (2000).

Robertson (1966)		Ribeiro <i>et al.</i> (1966)		Santos <i>et al.</i> (1978)	Leites <i>et al.</i> (1990)	Beckel (1990)	Paim <i>et al.</i> (2000)			
Camaquã Group	Coxilha Cong.	Grupo Camaquã	Coxilha Cong.	X	Volcano Sedimentary Sequence IV	Camaquã	(6) Santa Bárbara Formation	Guaritas	Varzinha	
	Guaritas Formation		Guaritas Formation					Pedra Pintada		
	(1) Santa Bárbara Formation		(2) Santa Bárbara Formation					Santa Bárbara	Pedra do Segredo	
Ramada Rhyolite	Bom Jardim Group	Crespos Form. (3)	Arroio dos Nobres Form. (4)	Acampamento Velho Formation	Volcano-genic Sequence III	(3) Crespos Formation	Camaquã	Cerro do Bugio	Santa Fé	
Hilário Andesite								(5) Cerro dos Martins Formation	Volcano Sedimentary Sequence II	Acampamento Velho
Maricá Formation								Maricá Formation	Volcano Sedimentary Sequence I	Bom Jardim
				Maricá Group		Subgroup		Allosgroup		
						Maricá Formation				
						(7) Arroio dos Nobres Form.				

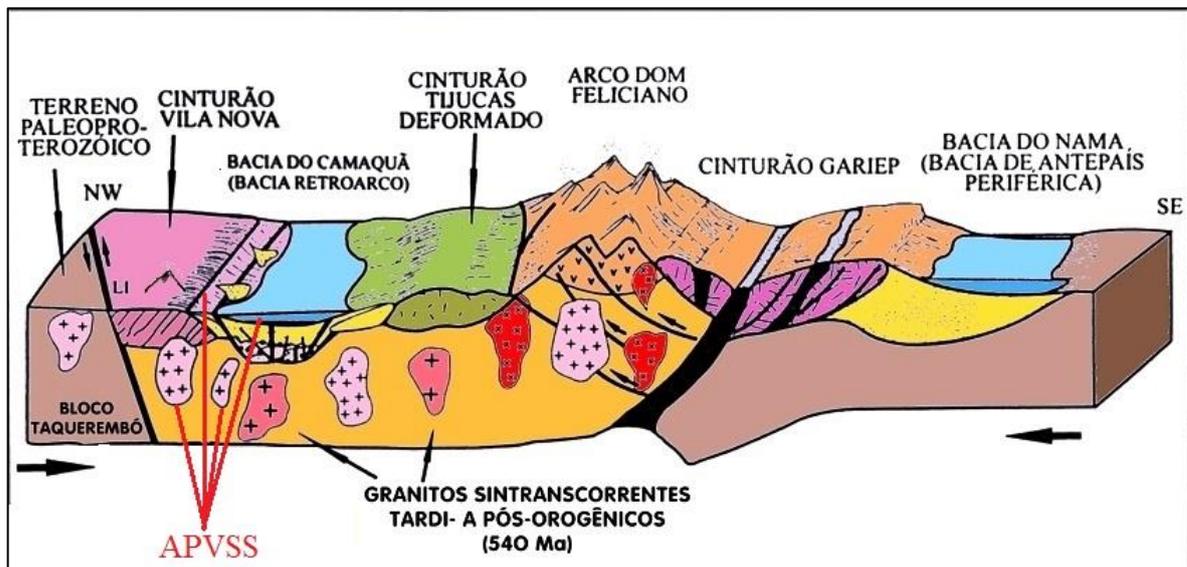
LEGENDA

—	Tipo de discordância não especificado	1	Inclui na base o Membro Andesito Martins;
—	Discordância erosiva	2	Contém em sua base o Membro Rodeio Velho;
—	Discordância angular	3	Composto por um Membro inferior (Hilário) e um superior (Acampamento Velho);
-----	Superfície de afogamento	4	Compreende os Membros Vargas e Mangueirão;
—	Contato transicional	5	Constituído pelos Membros Hilário e Arroio dos Nobres;
←	Limites estratégicos usualmente empregados	6	Constituído pelos Membros Rodeio Velho na Base, Lanceiros, Varzinha e Guaritas;
▲	Vulcânicas Ácidas	7	Composto pelos Membros Passo dos Bravos na Base, Vargas e Mangueirão.
▲	Vulcânicas básicas e intermediárias		

Fonte: Extraído e adaptado de Paim, Chemale Jr. e Lopes (2000).

Segundo Paim, Chemale Jr. e Lopes (2000), Cerro do Bugio, Santa Bárbara e Guaritas são alogrupos divididos em aloformações, limitadas por discordâncias erosivas. A atividade magmática estaria representada por rochas vulcânicas e vulcanoclásticas de composição básica a ácida, que ocorrem nos Alogrupos Bom Jardim, Cerro do Bugio e Guaritas, e através de manifestações plutônicas representadas por complexos graníticos.

Figura 9 – Representação esquemática dos eventos tectônicos e magmáticos ocorridos no final do Neoproterozóico e da APVSS através do modelo elaborado por Chemale Jr. (2000).



Fonte: Extraído de Mexias (2000).

Assim como demonstrado em parte na Figura 8, a evolução do conhecimento a respeito do Alogruppo Bom Jardim começa segundo Carvalho (1932) com erupções de Andesitos e Tufos Vulcânicos. A nomenclatura e classificação em Alogrupos e Aloformações consolidada por Paim et al. (2000), menciona os seguintes Alogrupos e formações, que podem ser descritos de acordo com o que segue.

O Alogruppo Maricá aflora em diversos municípios da região central e sul do RS. De acordo com Pelosi e Frago-César (2003) é representado por aproximadamente 2000 a 2500m de arenitos arcoseanos, conglomerados e pelitos, de forma que estes possuem idades que variam entre 620 e 580 Ma. Segundo Almeida, Chemale Jr. e Machado (2012), o intervalo de deposição da Fm. Marica foi entre 601-592 Ma.

Paim, Chemale Jr. e Wildner (2014), descreveram a deposição do Alogruppo Bom Jardim como sendo siliciclástica e vulcanoclástica, fluxos piroclásticos e de lava, e intrusões hipabissais. Aqueles autores estimam idades entre 593 ± 6 e $580 \pm 3,6$ Ma, através de datações realizadas pelos mesmos e outras compiladas por eles. Este Alogruppo seria composto litoestratigraficamente pelas Formações Cerro da Angélica, Hilário e Picada das Graças. A formação (Fm.) Cerro da Angélica consiste de arenitos finos, pelitos e arenitos conglomeráticos. A Fm. Hilário apresenta riolitos, tufos, brechas vulcânicas e rochas vulcânicas de composição predominantemente básica. Já para a Fm. Picada das Graças esta é composta por conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos além de intrusões rasas (*sills*) de

vulcânicas básicas e tufos (JANIKIAN et al., 2003). Lima e Nardi (1992) destacam a predominância de uma mineralogia principal para as rochas intermediárias da ASLS com a predominância de plagioclásio e subordinadamente clinopiroxênios, magnetita titanífera, apatita e rara olivina. Chemale Jr. (2000) salienta que através de dados Sm-Nd das rochas vulcânicas, os valores de ϵ_{Nd} de -1,52 e -2,34 ($T_{DM}=1,2Ga$) e -8,98 ($T_{DM}=1,8Ga$) sugerem que as contribuições juvenis contém variadas proporções de componentes crustais. Almeida, Chemale Jr e Machado (2012), mencionam a idades U-Pb de 591.8 ± 3.0 Ma para os lamprófiros associados a Fm. Hilário assim como a idade de 590 ± 5.7 Ma de Janikian et al. (2008).

A Associação Shoshonítica Lavras do Sul (ASLS) descrita por Nardi e Lima (1985), encontra-se no contexto da Bacia do Camaquã, relacionada à Formação Hilário. O trabalho de Liz, Lima e Nardi (2009) relata o fato de a ASLS estar relacionada aos primórdios do magmatismo alcalino da fase pós-colisional no evento Brasileiro.

O Alogrupo Cerro do Bugio é subdividido como um intervalo vulcânico denominado de Acampamento Velho Inferior (AVI), sobreposto de outro intervalo vulcânico chamado de Acampamento Velho Superior (AVS) e por fim cobertos pela Aloformação Santa Fé com idades entre 574 e 550 Ma (PAIM; CHEMALE JR; WILDNER, 2014). A Aloformação AVI é descrita por Almeida et al. (2002), como sendo composta de andesitos, basaltos, brechas basálticas e andesíticas. Almeida, Chemale Jr. e Machado (2012) mencionam que a FAV posicionou-se entre 553 Ma (AVI – idade U-Pb obtida pela autora) e 549 Ma (AVS).

O Alogrupo Santa Bárbara é representado por um regime fluvio-lacustre com depósitos de leques aluviais com idades de deposição de aproximadamente 550 a 470 Ma de acordo com (BORBA; MARASCHIN; MIZUSAKI, 2004). Subdividido por Paim, Chemale Jr e Lopes (2000) em duas Aloformações a Serra dos Lanceiros e a Pedra do Segredo.

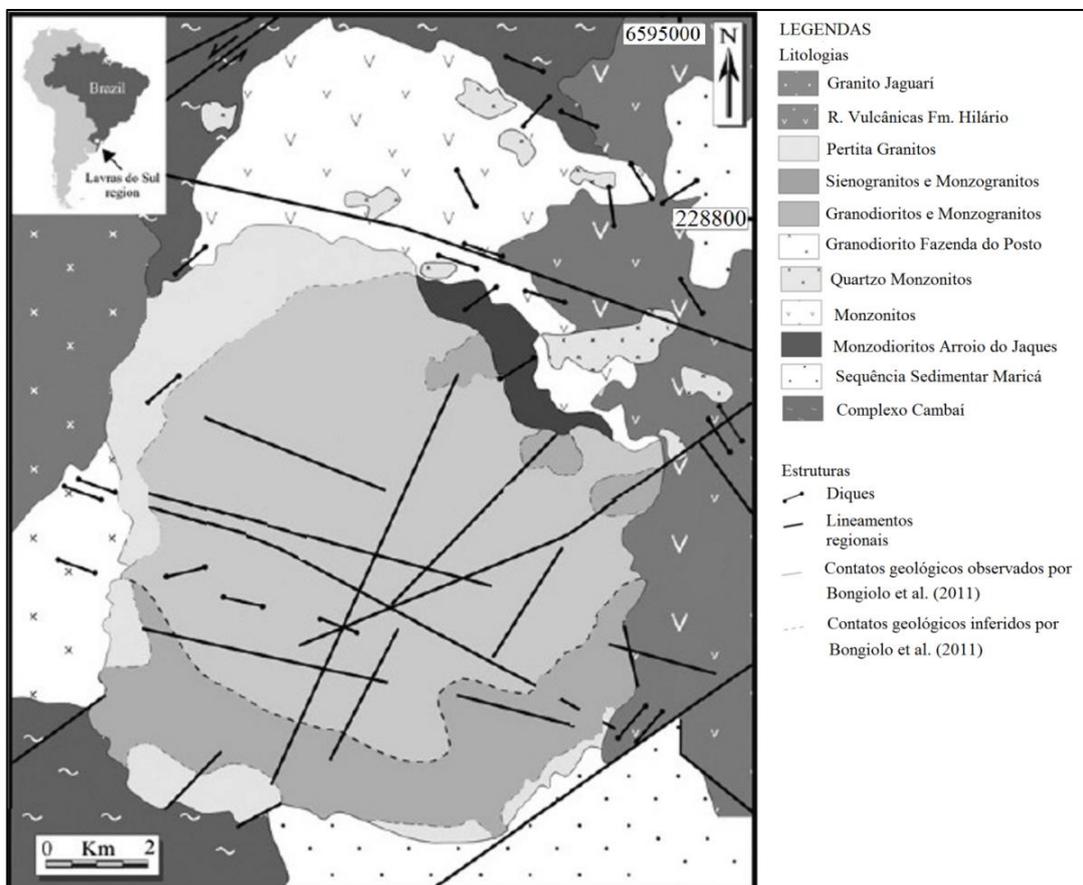
O Alogrupo Guaritas, segundo Borba, Maraschin e Mizusaki (2004) é constituído por materiais de regime fluvio-lacustre e eólicos, com idades em torno de 470 Ma. Paim, Chemale Jr. e Lopes (2000) dividiram este Alogrupo em duas Aloformações, sendo elas Pedra Pintada e Varzinha. Segundo Almeida et al. (2005) a última manifestação vulcânica na BC, é dada pelo vulcanismo Rodeio Velho. Almeida, Chemale Jr e Machado (2012) obtêm uma idade U-Pb de 547 ± 6.3 Ma para o Membro Rodeio Velho, por outro lado, Hartmann et al. (2008), dataram zircões detríticos coletados na porção superior do Grupo Guaritas obtendo uma idade de 535 ± 10 Ma.

De acordo com Gastal et al. (2006), o Complexo Intrusivo Lavras do Sul (CILS) (Figura 10) possui dimensões 12 km no sentido E-W por 18 km na direção N-S. A subdivisão

entre o Monzonito Tapera (porção norte) e o granito Lavras (porção sul) é trazida por Gastal et al. (2015). Ainda, os mesmos autores agregam que o granito Lavras, de dimensões aproximadas 12,2 x 10,4 km, intrude granitoides a oeste e sudoeste, a Formação Hilário a leste e Maricá no sul e sudeste, sendo seccionado pelo granito Jaguarí no oeste.

Uma evolução esquemática da geologia da região de Lavras do Sul foi apresentada por Mexias et al. (2007), seguindo quatro etapas, em tempos diferentes, a saber: (i) Deposição dos sedimentos da Formação Maricá sobre o embasamento constituído de gnaisses e metagranitoides, gerando uma bacia de retroarco da Orogênese Brasileira. (Chemale Jr., 2000). (ii) Ocorrência de uma instabilidade tectônica no Neoproterozóico; (últimos estágios da Orogenia Brasileira), associada a um magmatismo vulcânico, piroclástico e epiclástico, adjunto à Formação Hilário. (iii) Intrusão de um complexo de corpos ígneos de caráter plutônico e hipoabissal com filiação geoquímica shoshonítica, causando metamorfismo de contato nas rochas vulcânicas chegando até fácies hornoblenda-hornfels. (iv) Mineralizações com controle estrutural primário preferencial NW e secundários NE, provocadas por falhamentos oriundos da intrusão granítica.

Figura 10 – Mapa geológico da região do CILS e adjacências.



Fonte: Extraído e adaptado de Bongiolo et al. (2011).

Os trabalhos de Bongioio (2006) e de Liz (2008) procuram elucidar a evolução dos sistemas hidrotermais e construir um padrão geoquímico para a Associação Shoshonítica Lavras do Sul (ASLS), respectivamente. Dessa forma propiciam uma abordagem relacionada à mineralizações, suas formas de ocorrência e tipos geoquímicos.

Bongioio (2006) indica que o tipo de mineralização se dá em forma filoniana em veios e *stockworks* de quartzo, carbonatos, pirita e calcopirita, mantendo um padrão de apresentação sigmoidal para aqueles de orientação N70W ou EW.

4. GEOLOGIA LOCAL

Na área correspondente a Mina Cerro Rico e arredores são encontradas rochas vulcânicas e vulcanoclásticas com algumas porções contendo material sedimentar como brechas. Estas rochas correspondem a Formação Hilário e são descritas por Gastal et al. (2015) como piroclásticas, tufos, efusivas (subvulcânicas) e conglomerados vulcânicos, de forma que estas sucessões vulcânicas vêm a ser as extrusivas do mesmo magmatismo gerador do granito sin-orogênico Lavras do Sul (FRAGOSO-CÉSAR, 1991).

A hierarquia superior a Formação Hilário (onde estão inseridas as rochas citadas anteriormente) é o denominado Grupo Bom Jardim. Paim, Chemale Jr. e Wildner (2014) inserem a Formação Hilário no contexto do chamado Alogrupo Bom Jardim da Bacia do Camaquã, como citado anteriormente. Estes autores trazem este Alogrupo como sendo bacias transcorrentes, o que mantém a ideia de instabilidade tectônica citada por Mexias et al. (2007) e estabilidade no regime de subducção de placa (ALMEIDA, CHEMALE JR. e MACHADO, 2012).

Janikian et al. (2012) trazem um modelo teórico (Figura 11) de como se deu a cobertura pelos materiais vulcânicos/vulcanoclásticos na região de Lavras do Sul, a qual está inserida de acordo com Fragoso-César et al. (2001) na sub-bacia Camaquã Ocidental (a oeste do alto de Caçapava). Janikian et al. (2012) também determinam a idade de 588 ± 7 Ma (Ar/Ar em plagioclásio) para andesitos coletados na porção leste do município de Lavras do Sul.

Figura 11 – Modelo de Janikian et al. (2012) demonstrando a região da sub-bacia Camaquã Ocidental.



Fonte: Extraído e adaptado de Janikian et al. (2012).

A Formação Hilário de acordo com Almeida, Chemale Jr. e Machado (2012) apresenta a idade (método U-Pb) de 591.8 ± 3 Ma, obtida em amostra de lamprófiros tidos como a última manifestação vulcânica do evento Hilário. Idades para os eventos vulcânicos ocorridos relacionadas a Formação Bom Jardim, a saber, 593 ± 6 Ma (U-Pb SHRIMP) para os andesitos obtidas por Remus et al. (1999) e 580 ± 3.6 Ma (U-Pb SHRIMP) para dacitos obtidos por Janikian et al. (2012), demonstram que o evento vulcânico que deu origem a Formação Hilário ocorreu entre 593-580 Ma.

Dentre as três Formações descritas por Janikian et al. (2003), a saber, Cerro da Angélica, Hilário e Picada das Graças, somente a Formação Hilário está representada na região de Lavras do Sul. As rochas da Formação Hilário na região correspondem a porções vulcânicas (genericamente basaltos e andesitos) e piroclásticas (tufos, lápili tufos e brechas) (JANIKIAN, 2004).

A correlação estratigráfica ordinária é esperada neste tipo de evento vulcânico, contudo foram relatadas por Janikian (2004) em porções a leste da região de Vista Alegre brechas vulcânicas sobrepondo tufos, situação esta que pode ser elucidada por Gastal et al. (2015). Os autores citados no final do parágrafo anterior relacionam a variabilidade do granito Lavras e sua zonação reversa ao fato de que em período pós-orogênico os esforços distensivos permitem, após a subsidência de uma caldeira, que porções mais profundas do magma ascendam e remobilizem-se juntamente com o líquido residual da câmara magmática, gerando um novo evento vulcânico.

Wildner et al. (2002) consideram que a variabilidade composicional (termos básicos a ácidos), o fato de possuírem representantes em parte efusivos/intrusivos e também a afinidade geoquímica com lamprófiros espessartíticos, permitem interpretar as rochas relacionadas ao

vulcanismo Hilário, como sendo um excelente exemplo deste tipo de magmatismo no período Neoproterozóico. A estruturação das câmaras magmáticas, com termos ácidos no topo das mais diferenciadas e básicas em câmaras menos evoluídas, corrobora com o caráter bimodal do Hilário e poderiam, segundo Vieira e Soliani Jr. (1989), facilmente efundir³. Os magmas de composição intermediária que compõem os fundos de câmaras magmáticas mais diferenciadas teriam maior dificuldade de efusão.

Gastal et al. (2015) apresentam a direção preferencial de acamadamento desta sequencia vulcanosedimentar na região de Lavras do Sul como sendo NNW-SSE e NW-SE, de forma que a primeira possui mergulho incipiente para NNE, já a segunda mergulha em alto ângulo no sentido SW.

Janikian (2004) descreve de maneira geral as rochas encontradas nesta porção da Formação Hilário no referido município e menciona: - Litotipos básicos; Litotipos intermediários (rochas andesíticas); - Piroclásticas, principalmente tufos; - Piroclásticas brechadas.

As porções mineralizadas na região da Mina Cerro Rico encontram-se prioritariamente em tufos, os quais foram hidrotermalmente alterados através de fluidos advindos das porções intrusivas da ASLS, mais precisamente do CILS, e águas meteóricas. Estas alterações segundo Bongioiolo (2006) desencadearam predominantemente porções mineralizadas e alteradas relacionadas a metais como Au e Cu além de cristalização/recristalização minerais como quartzo, calcita, anfibólios, pirita, calcopirita, arsenopirita. Ao se observar a forma de mineralização ocorrida (filoniana e *stockworks*) pode-se determinar que o tipo de alteração ocorrida fosse principalmente do tipo não pervasiva e seletiva em porções mais próximas a falhas mais pronunciadas.

Com relação ao Complexo Intrusivo Lavras do Sul este inclui o Monzonito Tapera (MT), Quartzo Monzonito Porfírico (QMP), Monzonito Arroio do Jaques (MAJ), Granito Lavras (GL) e Granito Jaguarí (GASTAL et al. 2015). Os mesmos autores do parágrafo anterior citam que dentre estas, as únicas rochas intrusivas que intrudem e/ou seccionam as vulcânicas e vulcanoclásticas do Hilário são aquelas do Granito Lavras (GL).

O Granito Lavras exhibe zonação composicional reversa, ou seja, termos centrais preferencialmente magnesianos e de borda ferrosos, corroborado por levantamentos magnetométricos onde a susceptibilidade magnética nas porções centrais (magnesianas) é menor do que naquelas de borda (ferrosas) (GASTAL et al., 2015). Dessa forma, o centro

³ Verter, derramar, tirar para fora de algum local.

possui prioritariamente granodiorito circundado por monzogranito e sienogranito, todos possuindo afinidade cálcio-alcalina de alto K (shoshonítica). Já a região de borda é composta por sienogranito e pertita-granito, sendo estes de caráter mais evoluído, possuindo afinidade alcalina e uma zona transicional entre os mesmos com textura rapakivi abundante (NARDI e LIMA, 1985). Outra forma de determinar o Granito Lavras é trazida por Gastal et al. (2015) onde há um centro granodiorítico circundado por Hornblenda biotita monzogranito e hornblenda biotita sienogranito e a região de borda composta por biotita hornblenda sienogranito e feldspato alcalino granito.

O contato entre as porções central e periférica é gradativo ou brusco, sem que haja registro de margem resfriada, sendo equigranulares em sua maioria ou seriados, possuindo granulação prioritariamente grossa, a exceção dos granodioritos onde a textura porfirítica grossa até fina é perceptível em diversas ocasiões.

Lima e Nardi (1998) destacam a intrusão de monzonitos porfiríticos hipabissais em traquibasaltos e nas piroclásticas, e posteriormente são cortados por diques riolíticos. As rochas graníticas do Complexo Intrusivo Lavras do Sul (CILS) que cortam as rochas da Formação Hilário notadamente têm influência de eventos hidrotermais, sendo assim demonstrando a influência de eventos tectônicos e magmáticos concomitantemente e posteriores à Formação das encaixantes do Hilário.

O trabalho de Oliveira et al. (2014) traz idades para o Complexo Granítico Lavras do Sul, sendo estas 594 ± 5 a 580 ± 7 Ma (U-Pb SHRIMP). Gastal et al. (2015) salientam que o CILS e granito Jaguarí são contemporâneos aos eventos vulcânicos do Hilário.

5. MÉTODOS EMPREGADOS E MATERIAIS

5.1.Revisão Bibliográfica

Os dados compilados para o desenvolvimento deste trabalho foram obtidos através da revisão bibliográfica de teses, dissertações, artigos científicos, monografias, resumos, trabalhos de revisão, entre outras publicações científicas sobre o Escudo Sul Rio-grandense e região de Lavras do Sul. Foram utilizados materiais como textos, relatórios, mapas e bancos de dados disponibilizados pela empresa LDS Mineração do Brasil Ltda. (Amarillo Gold Corporation) na pessoa de Camila Esmeris (geóloga de exploração da empresa em questão), os quais se referem à área de estudo e arredores.

5.2. Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo ocorreram num período de 14 dias, de forma que em 4 dias visitou-se a área de estudo e aqueles restantes foram utilizados para a descrição dos testemunhos de sondagem (APÊNDICE D).

As visitas à área de estudo (Figura 12) serviram para o reconhecimento e mapeamento geológico básico, localização das trincheiras, coleta de amostras de rochas incluindo rochas mineralizadas e alteradas. A observação de furos de sondagem obtidos na área se deram nas dependências dos galpões da empresa Amarillo Gold.

Foram coletadas 16 amostras de rocha em campo identificadas em virtude do número do ponto obtido e não do número coletado, a nomenclatura das amostras extraídas se deu no seguinte formato CR-XX⁴. As rochas foram coletadas em locais onde se encontravam trincheiras e/ou galerias previamente identificadas nos mapas e adjacências, além de afloramentos de rocha visitados na área da mina. Tais atividades propiciaram melhor entendimento sobre a geologia local da região do Alvo Cerro Rico.

Utilizando-se como mapa base a folha Lavras do Sul/RS (SH 22-V-A-IV-3-2995/3) do Serviço Geográfico do Exército e o mapa base fornecido pela empresa, foi demarcada a área de estudo e se procurou identificar as estradas e acessos à área bem como drenagens e uma breve noção a respeito da topografia do local. Para a localização de pontos de interesse como limites, área de mato, drenagens e trincheiras foram utilizadas imagens do Google Earth Pro, um mapa do local cedido pela Amarillo Gold, além da carta do Exército.

Fez-se possível contar com mapas cedidos pela empresa Amarillo Gold, onde são indicadas as localizações de trincheiras, galerias e os contatos litológicos em escala 1:4000. Tais mapas foram utilizados principalmente para a identificação dos locais de interesse.

Para as atividades de campo foram utilizados martelos, marretas, bússolas, lupa de mão, ácido clorídrico a 10% (HCl-10%), GPS, máquina fotográfica, e material para coleta das amostras como sacos plásticos, fita adesiva e caneta permanente, além de veículo próprio e da UNIPAMPA para o deslocamento entre Caçapava do Sul e Lavras do Sul. Informações relacionadas à nomenclatura original dos testemunhos de sondagem e a localização foram omitidas por questões de confidencialidade sobre a área de pesquisa.

⁴CR-XX – número do ponto. Representa a entrada de 02 (dois) dígitos a iniciar em 01e mantendo aumento progressivo e unitário para a identificação das amostras sem que haja risco de sobreposição. Quando da ocorrência de mais de uma amostra de um mesmo afloramento, o nome da amostra é acompanhado por letras a iniciar em “A”, p. ex.: CR-06A, CR-06B, e assim sucessivamente.

Figura 12 – Área da Mina Cerro Rico, demonstrando pontos de onde foram coletadas as amostras utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.



Legenda: CR-XX – ponto amostrado; H – furo de sondagem.

Fonte: Adaptado do Google Earth Pro.

5.3. Etapas Laboratoriais

Nesta etapa foram realizados estudos petrográficos macroscópicos (amostras de mão), microscópicos (a luz transmitida e MEV) e de análise estatística de dados químicos dos testemunhos de sondagem.

5.3.1. Petrografia

Foi realizada a petrografia macroscópica das amostras coletadas durante os trabalhos de campo (16 amostras) e com os furos de sondagem disponibilizados pela Amarillo Gold, visando à descrição a olho nu e com lupas para a primeira identificação das rochas encontradas na área.

Após foram selecionadas para o desenvolvimento da petrografia microscópica 6 amostras de superfície para a confecção de lâminas delgadas, as quais foram estudadas juntamente com outras 5 previamente confeccionadas visando à obtenção de uma abrangência maior da área. A análise destas lâminas ocorreu no Laboratório de Microscopia da UNIPAMPA objetivando a identificação dos minerais e sua associação com o fim de poder caracterizar os processos de formação e alteração das rochas. Oito lâminas foram selecionadas em virtude de apresentarem minerais de alteração e opacos, sendo elas estudadas no Laboratório de Geologia Isotópica (LGI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) através do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Foram descritos 681,25 metros de três testemunhos de sondagem de forma que o furo (A) possui 181,25m, o (B) contém 282,65m e o (C) tem 218,55m. A escolha destes furos se deu com o intuito de se obter uma noção das alterações hidrotermais apresentadas em diferentes pontos da área. Foi levado em consideração o espaçamento entre os furos para a obtenção de maior representatividade do local de estudo. Os ângulos de estruturas como fraturas, veios e vênulas nos testemunhos têm moda 30° no furo A, 50° no B e 60° C. Ao se realizar a soma destes ângulos com o dip -60° dos furos obtêm-se mergulhos subverticais que aumentam de NW para SE.

5.3.1.1. Microscopia Ótica

Realizada no laboratório de microscopia de UNIPAMPA, foi utilizada para a análise de minerais transparentes, onde a luz atravessa o objeto a ser estudado e atinge a objetiva de forma que se fez possível identificar características como coloração, hábito, forma, cores de interferência, tipos de extinção entre outras, para a determinação da mineralogia que compõe a rocha.

O equipamento utilizado para o desenvolvimento desta parte do trabalho foi o microscópio Axio Lab. 1 da marca Zeiss, de propriedade da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

5.3.1.2. Microscopia Eletrônica de Varredura

O MEV utilizado para a produção dos dados foi o JEOL JSM-6610LV, equipamento este que conta com detectores de elétrons secundários (SEM), elétrons primários (BSE) e detector de energia dispersada (EDS), pertencentes ao Laboratório de Geologia Isotópica (LGI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Foram realizadas análises no SEM e no EDS.

A análise por EDS utilizada aqui é uma ferramenta muito importante do MEV para a caracterização de materiais metálicos, pois permite ao pesquisador identificar a composição de sua amostra, em pontos específicos da imagem (CRUZ et al., 2006), uma vez que estes não são diferenciáveis sob microscopia ótica a luz transmitida e mais facilmente caracterizáveis em MEV do que a luz refletida.

Segundo o *site* da empresa JEOL Ltd. as imagens geradas podem possuir magnificação variável, desde 5 até 300.000 vezes. O processo de aquisição das análises se dá através do bombardeamento do espécime mineral com raios X advindos de um filamento de tungstênio capaz de gerar voltagens de aceleração na ordem de 0,3 kV a 30 kV e analisar quase que pontualmente em virtude de seu diminuto feixe (capacidade de análise de áreas com inclusive menores do que 10 nm, chegando à ordem de 50 μ).

Os raios X característicos gerados pelo espécime bombardeado são detectados por um detector semiconductor e convertido em sinais elétricos. No analisador EDS os pulsos de energia em raios X gerados são detectados por analisador de dimensão de pulsos em multicanal.

As imagens apresentadas como advindas do MEV não são fotos, pois possuem caráter virtual, são representações obtidas através do detector multicanal citado acima. Nestas imagens são identificados como minerais metálicos aqueles que possuem coloração branca e se apresentam de forma brilhante. Isto se dá, pois, os elementos metálicos são bons condutores, fazendo com que a energia de excitação recebida retorne bastante elevada, diferentemente de minerais não metálicos.

O ponto negativo do detector EDS é que este não é capaz de detectar elementos como o Boro e menores, ou seja, B, Be, Li, He e H, isto em virtude de a energia liberada por eles após serem bombardeados pelos raios X ser muito baixa para que o detector a analise.

Uma forma de procurar partes do mineral com maior ou menor alteração se dá ao trabalhar com o contraste da imagem antes de se obter os pontos sobre o mesmo. Ao reduzir e aumentar o contraste da imagem diversas vezes pode-se observar com maior certeza as porções do mineral com mais ou menos alteração e fraturas, de forma que a aquisição dos pontos para análise química seja realizada em diferentes locais com distintas fases de alteração.

5.3.2. Análise Qualitativa e Quantitativa de Dados Geoquímicos

Através de um banco de dados cedido pela empresa Amarillo Gold, foram selecionados os dados dos três testemunhos de sondagem descritos no APÊNDICE B.

Constam destes furos 458 amostras com seus respectivos dados químicos referentes aos elementos Al, As, Ba, Bi, Ca, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sr, Th, Ti e Zn. Em parte destes elementos foram realizadas análises estatísticas a respeito de suas medidas de tendência central (média, moda e mediana), de dispersão (desvio padrão, variância, máximos e mínimos) e a correlação entre os elementos químicos. Tais tratamentos estatísticos foram executados com auxílio do Microsoft Excel.

A análise da correlação entre os elementos faz-se essencial para ajudar na identificação da paragênese mineral em subsuperfície, uma vez que as análises correspondem a intervalos dos testemunhos obtidos das sondagens.

Outro uso para os dados químicos de profundidade ocorreu quando da existência de estudos como os desenvolvidos por White e Hedenquist (1995), onde estes caracterizam eventos hidrotermais através de elementos químicos encontrados (ou razões entre eles) e não utilizando somente minerais. Com tais utilizações dos dados químicos de subsuperfície visou-se corroborar o que determinado em superfície.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Descrição Petrográfica

A descrição petrográfica das amostras se deu através de estudo macroscópico de testemunho de sondagem e amostras de superfície além de estudo ao microscópio de algumas lâminas de superfície. Foram identificados na área de estudo andesitos, traquitos, tufos líticos e a cristal, sendo estes finos ou cineríticos até grossos e lapilíticos.

Dentre os quase 682 metros de testemunhos de sondagem foram observados os contatos existentes entre as rochas e como eles ocorrem, a presença de fraturas, veios e vênulas, as mineralizações, os produtos de alteração e a assembleia mineralógica identificável à descrição macro. A predominância litológica nos furos de sondagem é dada por tufos líticos contendo horizontes de tufo a cristal e poucos tufos cineríticos, além de porções apresentando rochas traquíticas e andesíticas. Os contatos entre as rochas são variáveis e não respondem a um padrão podendo ser abrupto ou gradual independentemente das litologias e a influência exercida de uma sobre a outra no momento de seu desenvolvimento.

Com utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura e das análises químicas cedidas pela empresa Amarillo Gold, foi possível identificar os minerais opacos e argilominerais além de observar características texturais dos mesmos.

6.1.1. Andesitos

Os andesitos encontrados na área do Cerro Rico podem ser descritos macroscopicamente como tendo coloração escura cinza por vezes esverdeada, de textura porfirítica e algumas vezes maciça ou glomeroporfirítica, contendo cristais subédricos e anédricos de plagioclásio e poucos anfibólios.

Faz-se possível identificar nos andesitos a presença de veios, vênulas e fraturas preenchidas. Os veios e vênulas são compostos por quartzo e carbonatos, normalmente carbonatos de cálcio (calcita), que ocorrem simultânea ou separadamente. As fraturas ocorrem preenchidas por carbonatos de cálcio e ferro (ankerita/siderita) e/ou óxidos e hidróxidos principalmente de ferro como hematita e goethita.

Fenocristais de plagioclásio do tipo andesina a labradorita apresentam-se prismáticos e alongados formando cristais e subédricos, variando de 1 a 4 mm, em sua maioria alterados para sericita e bordas com óxidos de ferro apresentando corrosão. Subordinadamente ocorrem minerais máficos altamente cloritizados em algumas amostras, mas ainda possível analisar suas estruturas relíquias preservadas pelas bordas de óxido de ferro ficando semelhantes a anfibólios.

Lima (1995, *apud* Liz, 2008, p. 84) aponta através de um modelo teórico que os ditos vulcanitos intermediários tiveram sua geração através da cristalização de basaltos shoshoníticos juntamente com o fracionamento de olivina e clinopiroxênio. Cálculos de balanço de massa e testes com elementos-traço executados por Liz (2008) indicam que a evolução magmática das rochas shoshoníticas aponta o fracionamento expressivo de plagioclásio com augita \pm olivina. Outra questão abordada por Liz (2008) é o fato de que os dados obtidos por este autor para as rochas intrusivas e efusivas são compatíveis com modelos evolutivos tanto para a ASLS quanto para associações shoshoníticas similares.

6.1.2. Tufos

Os tufos identificados correspondem a tufos líticos e tufos a cristal na maioria, tendo sido identificado em alguns intervalos nos furos de sondagem tufo a pó. De maneira geral, os tufos são as rochas mais abundantes na área. Caracterizam-se por sua de coloração predominantemente cinza, por vezes cinza esverdeada, tomando tons claros e escuros. As

tefras mantêm-se em tamanho cinza, atingindo lapili em alguns intervalos (numa mesma amostra) estando alteradas.

As rochas tufaceas apresentam dificuldade para determinação e classificação mineral devido ao tamanho das tefras e a alteração apresentada com predomínio de clorita, sericita, hematita, jarosita e goethita (essas últimas em horizontes determinados e em fraturas).

A análise ao microscópio óptico permitiu a identificação e separação dos tufos, além de tufos lticos e a cristal, também em tufos vítreos, quando observada a classificação segundo o tipo e porcentagem de seus constituintes. Nas situações em que identificados shards e fiames estirados ou vesículas preenchidas classificou-se o tufo como soldado, assim como exemplificado por McPhie, Doyle e Allen (1993).

Nos tufos a cristal, observam-se cristaloclastos de plagioclásio, subédricos a anédricos de dimensões entre 0,5 a 1,8 mm, muito alterados para sericita, óxidos de ferro e levemente para clorita. Observam-se minerais de dimensão variada 0,3 a 0,8 mm com grande alteração para clorita e óxidos em uma massa silicática, sendo interpretados como anfibólios pretéritos, podendo ser piroxênios. Diminutos k-feldspatos se apresentam oxidados e com alteração para argilominerais como clorita/sericita.

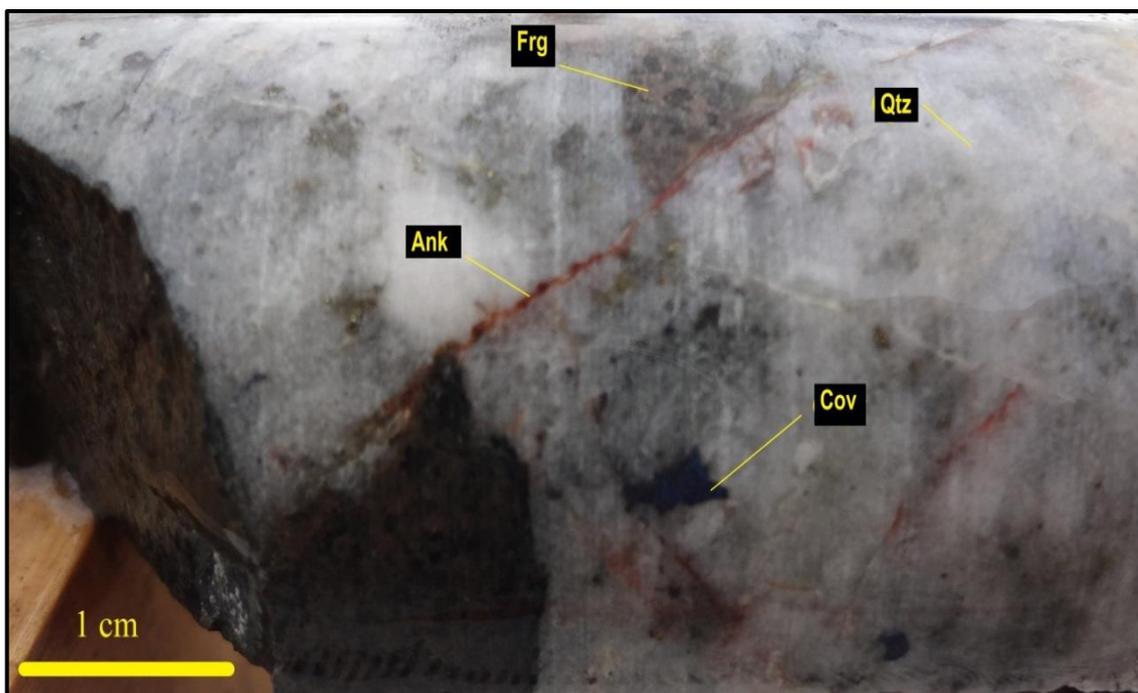
Tufos vítreos e tufos soldados apresentam uma espécie de orientação de feldspatos em porões da rocha ocasionada pelo processo de soldagem do tufo, ou seja, textura eutaxítica. Destacam-se ainda estrutura perlítica pouco preservada, amígdalas e shards de vidro.

São identificados nos tufos lticos diversos litoclastos de rochas máficas ricos em feldspatos alcalinos que se apresentam mais alterados do que o resto da rocha, nos quais se encontram inúmeras amígdalas de 0,3 a 1,9mm preenchidas por clorita e quartzo. A seguir exemplo de tufo lítico composto de tefras de tamanho cinza grossa de diminutos litoclastos e cristaloclastos seccionado por veio de quartzo e posteriormente fraturas preenchidas (Figura 13).

O preenchimento de fraturas se deu por carbonatos, neste caso um carbonato de cálcio, ferro e magnésio, ankerita $\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mg})\text{CO}_3$. Este mineral pode estar relacionado a eventos hidrotermais onde haja a disponibilidade de cobre e como neste caso um líquido que contenha Ca ou CaO. Outra abordagem para a ankerita  de que esta não foi desenvolvida através de remobilização de direta do Cu mas sim do aporte de fluidos carbonatados, dessa forma não estando vinculada a ankerita a um evento hidrotermal ácido como necessário para o transporte de Cu. Mexias (1990) corrobora o fato de o evento gerador de carbonatos ser o último ocorrido nos depósitos de borda leste de Lavras do Sul (Figura 14).

Outro mineral que se observa é a Covelita (CuS), de forma que sua presença identifica um evento mais ácido e redutor, provavelmente associado ao quartzo, de forma que os veios e vênulas de quartzo podem ser interpretados como sendo o primeiro evento gerador de mineralização e os veios, vênulas ou preenchimento de fraturas por carbonatos sendo o evento seguinte. A covelita, ou os íons de cobre e enxofre; foram remobilizados provavelmente junto dos fluidos carbonatados, de forma que quando a quantidade e dimensão das fraturas da rocha eram baixas, não se permitiu a total alteração da mesma. Tanto a ankerita quanto a covelita foram identificadas macroscopicamente em amostras de mão nos furos de sondagem e identificadas/distinguidas por suas características mineralógicas como cor, forma, distribuição e associação mineral. Outra forma de distinção dos minerais foi feita indiretamente ao se observar o aumento de seus componentes químicos no banco de dados e a correlação entre os valores apresentados, se aumentavam de maneira conjunta e proporcional.

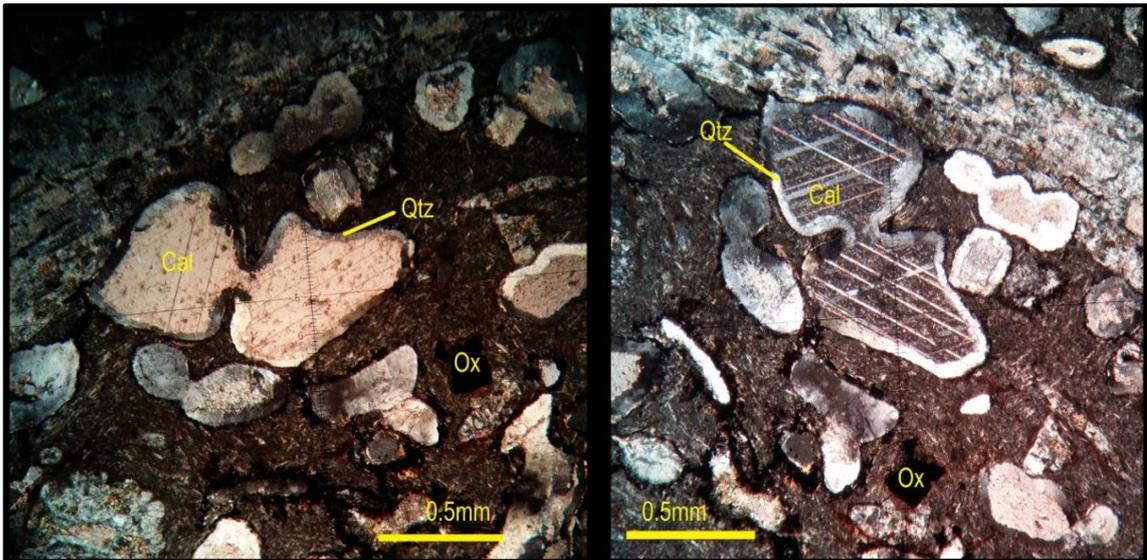
Figura 13 – Fotografia de tufo lítico cinerítico grosso apresentando litoclastos e cristaloclastos cortado por veio de quartzo e posteriormente fraturas preenchidas por carbonatos.



Legenda: Ank – ankerita; Cov – covelita; Frg – fragmento do tufo encaixante do veio de quartzo e carbonatos; e Qtz – quartzo.

Fonte: Autor.

Figura 14 – Fotomicrografia exemplificando amígdalas preenchidas por calcita em tufo a cristal com matriz muito fina incluindo cristais de plagioclásio submilimétrico.



Legenda: Cal – calcita; Ox – óxidos indiferenciados; e Qtz – quartzo.

Fonte: Autor.

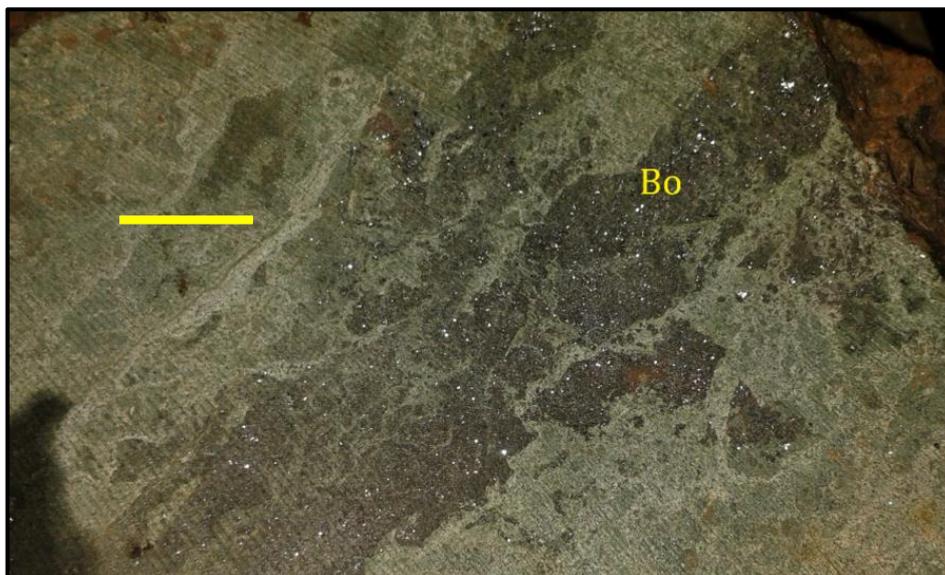
Em amostra de tufo mineralizado (Figura 15 e Figura 16) encontrou-se arsenopirita e bornita, ambos disseminados e aglomerados na rocha, diferentemente da covelita que se encontrava em veio de quartzo.

Figura 15 – Fotografia de tufo onde se observa a concentração de minerais marcadores de tipo de depósito hidrotermal de alta sulfetação. Aglomerado de arsenopirita (Apy).



Fonte: Autor.

Figura 16 - Fotografia de tufo onde se observa a concentração de minerais marcadores de tipo de depósito hidrotermal de alta sulfetação. Acumulação de bornita (Bo).



Fonte: Autor.

6.1.3. Rochas traquíticas

As rochas traquíticas se apresentam com coloração avermelhada, ora para tons róseos mais claros, ora para tons acastanhados. É visível nos testemunhos de sondagem variações na dimensão dos grãos de k-feldspatos, sendo observada a diminuição dos mesmos quando do contato com os tufos.

Composicionalmente são representadas por cristais subédricos a anédricos de k-feldspatos e cristais anédricos de plagioclásios, numa rocha de estrutura ora compacta, ora indicando fluxo. São comuns óxidos de ferro dispersos e alterações na rocha de forma dispersa, não se mantendo apenas a um horizonte assim como alterações concentradas apenas em regiões onde há fraturas e estas estão preenchidas por óxidos de Fe e carbonatos.

Através do método da simples macla identificaram-se cristais de albita ripidiformes e alongados, os quais são minerais traçadores de zonas de alteração hidrotermal propilítica em depósitos do tipo pórfiro. Tomou-se o cristal como sendo albita, pois além da interpretação no método da simples macla o mineral se encontra com muito menos inclusões secundárias do que o restante da rocha, interpretando-o como sendo formado posteriormente.

Em lâmina observa-se que os k-feldspatos são do tipo sanidina, determinadas em virtude da macla simples apresentada. Os plagioclásios foram em sua maioria determinados como labradoritas através do método da simples macla com poucas andesinas. Esta associação

ao ser plotada no diagrama QAP representa o ponto praticamente de fronteira entre os campos do traquito e latito.

As amostras coletadas em superfície não apresentaram grandes mudanças, alterações ou mineralizações na sua composição. Contudo vale ressaltar que não significa a inexistência de mineralização nas rochas traquíticas, pois dados históricos como os de Carvalho (1932) menciona já ter sido extraído Au de veios de quartzo encaixados nos traquitos, sendo que em profundidade são observadas mineralizações e mudanças nestas rochas (ANEXO I).

6.1.4. Microscópio Eletrônico de Varredura - MEV

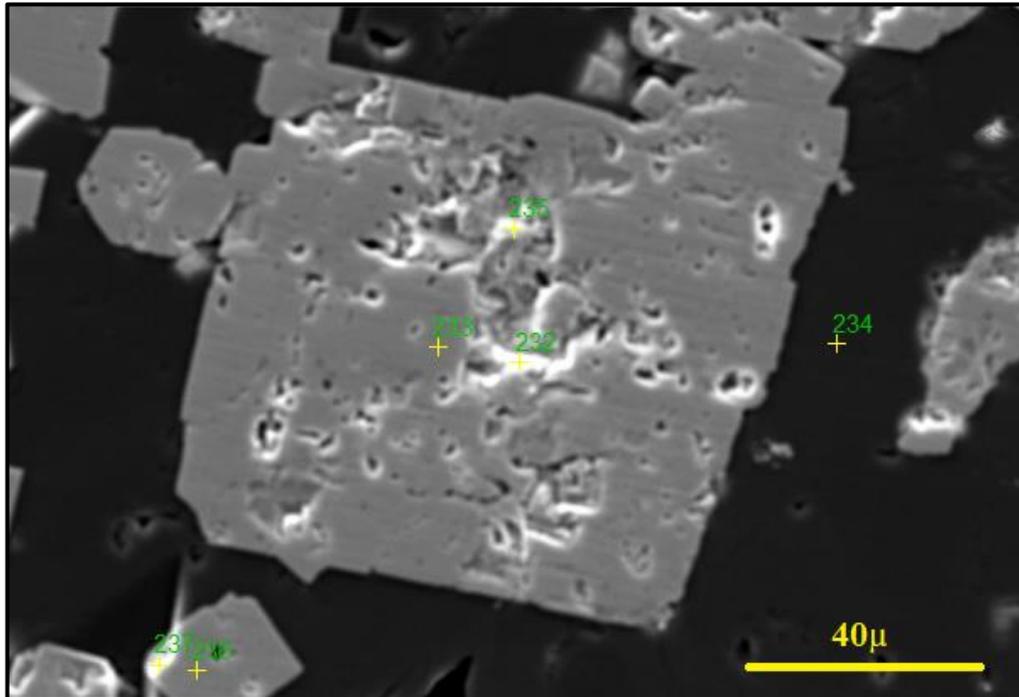
A microscopia eletrônica de varredura permitiu principalmente a identificação de minerais opacos, sendo realizada através da composição química fornecida e seu percentual de peso normativo calculado.

Diversos minerais opacos e de hábito prismático que não eram discerníveis com o microscópio ótico foram identificados prioritariamente como óxidos/hidróxidos, sulfetos/sulfatos contendo maiores ou menores quantidades de Al, Na, K, Fe, Mg, Mn, Ti e Cu, além de P_2O_5 e silicatos que se encontravam extremamente alterados

Dentre os sulfetos e sulfatos encontrados faz-se possível a distinção de barita, bornita, pirita, arsenopirita, jarosita, alunita. Para os óxidos foram diagnosticados ilmenita, hematita, cromita. Identificou-se também silicatos que se encontravam extremamente alterados como piroxênios, anfibólios e alguns feldspatos, alterados a argilominerais do grupo das cloritas, illita, sericita e caulinita.

Minerais contendo quantidades significativas de Ba formam aglomerados prismáticos com hábito cúbico e trigonal. No MEV foram detectados conteúdos em torno de 66% de BaO e 33% de SO_3 , ou seja, ocorrência do mineral Barita (Figura 17). A barita é associada a eventos hidrotermais ácidos e anidros e comumente encontrada como ganga em depósitos epitermais e mesotermiais. Traços de Na (0,7%) foram detectados na barita. Nas análises químicas dos furos de sondagem estudados o Ba possui correlação fraca negativa com o Na nos furos B e C e positiva fraca no furo A. Esta correlação positiva permite pensarmos em elementos terras raras como o La e o Ce, uma vez que fases minerais de Ba e Na em conjunto podem formar o mineral Carbochernaita (carbonato de Ba, Na e Ce podendo conter La). Dentre os elementos terras raras citados no parágrafo anterior, o La possui correlação média com o Ba (0,5). Outros elementos que têm boa correlação positiva com o Ba no banco de dados são o Ca (0,39), o Sr (0,31), o K (0,44), o Ni (0,55), o P (0,58) e o Ti (0,59).

Figura 17 – Imagem Backscattered de barita inserida numa vênula de calcita. Nesta amostra forma identificados traços de Na em barita e Mn na calcita



Fonte: Autor.

Foram identificadas no MEV algumas espécies de argilominerais, importantes marcadores de temperatura encontrados nas rochas e permitiram a interpretação de como e onde ocorreram as alterações hidrotermais. Assim, foram identificadas cloritas, sericita e em menor proporção a caulinita. Na maior parte do material analisado ocorrem processos de cloritização/sericitização, sendo notado nas amostras de rocha provenientes tanto da superfície quanto dos testemunhos de sondagem. Estas alterações conferem às rochas a coloração esverdeada típica das cloritas e sericitas. Fica claro através da Figura 18 que **Figura 18** nas zonas onde ocorrem maior fraturamento e ação de fluidos hidrotermais num espaço restrito, estes processos são mais pronunciados e facilmente identificados.

Foram identificados minerais fosfáticos, os quais são considerados secundários e estão associados realmente ao hidrotermalismo, indicando a existência de um evento capaz de remobilizar o fosfato ou permitir que ele se cristalice sob um novo regime de temperatura e pressão.

Figura 18 – Fotografia de intervalo em tufo interpretado como brechado. Se observa mais evidentemente o processo de cloritização/sericitização, introduzindo tons esverdeados à rocha.



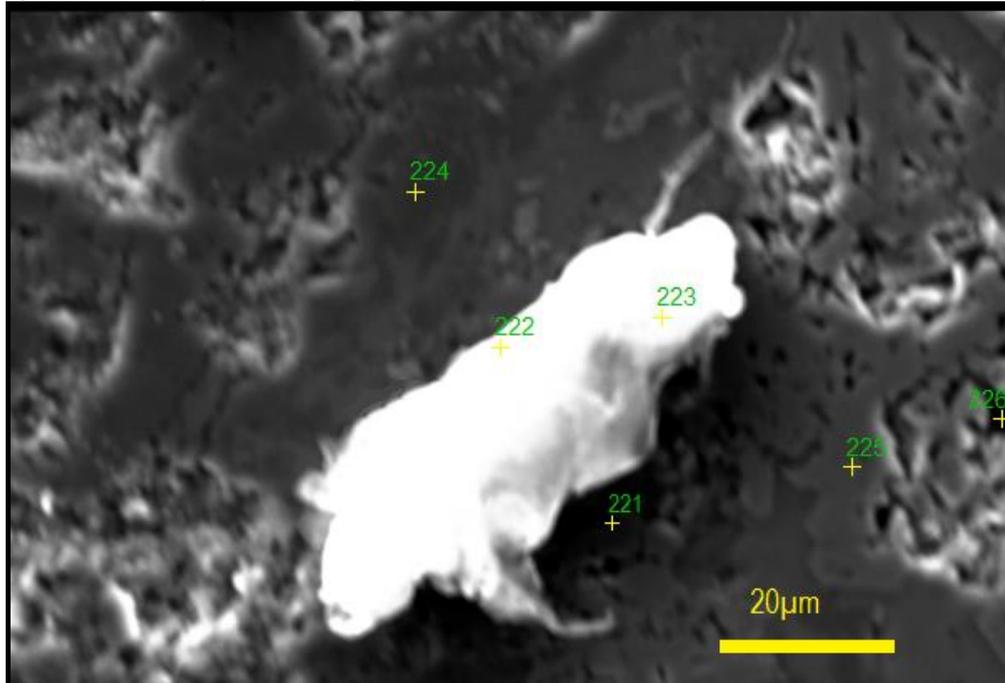
Fonte: Autor

De acordo com Toledo (1999) a estrutura em folhas de octaedros centrados num átomo de Al e sua relativa estabilidade em ambientes endógenos e exógenos principalmente, juntamente com uma estrutura aberta, permite a inserção de elementos como Na, K, Ca, Sr, Ba, Pb e ETR, transformando-o em mineral economicamente mais interessante.

Através do MEV se determinou que os fosfatos são da série da crandalita, grupo dos alumino fosfatos hidratados de Ca, Sr, Ba, Ce e Pb. São encontrados em amostra como massas fosfáticas de cálcio (Figura 19).

A Figura 19 representa além da massa fosfática (pontos 222 e 223) a presença de actinolita (221), um anfibólio de Ca, Na, Mg e Fe, indicado como mineral marcador de zona de alteração propilítica por Bongiollo (2006), inseridos em um veio de quartzo (224). Observa-se no canto (ponto 226) a presença de siderita e uma fase mineral entre actinolita e hornblenda (225) evidenciada pela composição semelhante a dos outros anfibólios porém com redução de Na e Ca.

Figura 19 – Imagem EDS representando massa fosfática cálcica sobre actinolita.



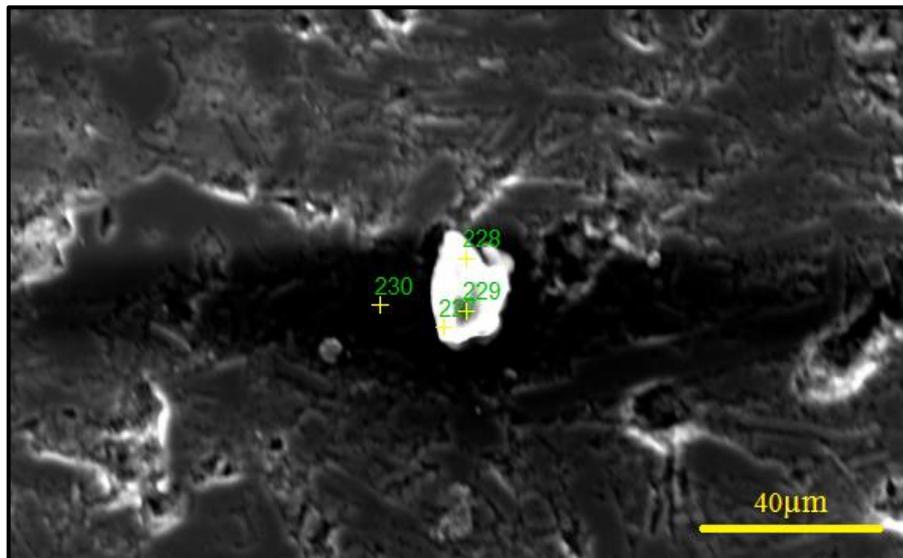
Fonte: Autor.

Ilmenita mais férrica com maiores proporções de Fe_2O_3 do que TiO_2 na solução sólida pode ser observada na Figura 20 substituindo hornblenda e na Figura 21 substituindo piroxênio. A ilmenita, sendo um óxido romboédrico, se continuasse a evoluir no sentido de perda de titânio, transformar-se-ia em hematita, como mostrado no diagrama $\text{FeO}/\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, apresentado por Figueiredo (2010), onde é demonstrada a solução sólida existente entre ilmenita/hematita/rutilo (anatásio/brookita). Dessa forma, muito provavelmente parte da hematita encontrada está relacionada a este tipo de formação. Outra interpretação para a formação da ilmenita é feita a partir da informação trazida por Nardi e Lima (1992) de que há grande presença de magnetita titanífera na ASLS. Magnetitas foram identificadas em testemunhos de sondagem.

Foram reconhecidos óxidos de Fe contendo traços de Cu, os quais se apresentam como substituição sobre outros minerais. Uma destas substituições se dá em calcopiritas, as quais aparecem como cristais anédricos apresentando perda de Fe e S do centro para as bordas. O Cu diferentemente aumenta proporcionalmente das bordas para o centro, permanecendo nas zonas de borda somente óxidos de Cu/Fe.

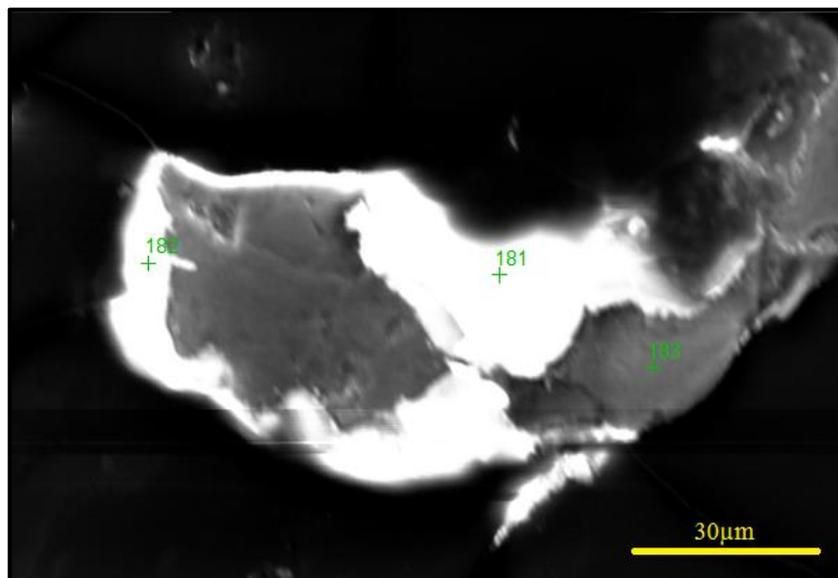
A presença de cobre é relacionada de acordo com White e Hedenquist (1995) a ambientes mais ácidos, ou seja, relacionada a fases e porções do depósito epitermal de alta sulfetação, sendo ausentes em depósitos de baixa sulfetação.

Figura 20: Imagem EDS, onde se observa a presença de ilmenita (porção clara) em hornblenda (ponto 230) e fase intermediária entre estes na pequena porção escura 229.



Fonte: Autor.

Figura 21 – Imagem EDS de ilmenita pontos 181 e 182 como produto de alteração sobre piroxênio demonstrado no ponto 183.

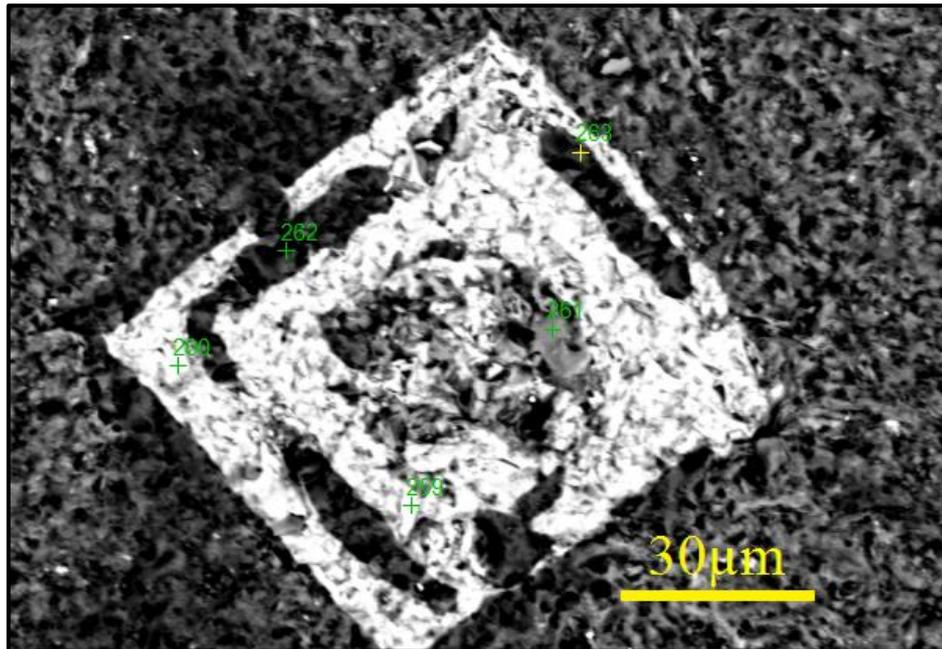


Fonte: Autor.

Dentre os minerais opacos observados nas amostras coletadas veem-se opacos prismáticos que ao serem estudados por MEV foram identificados como piritas, calcopiritas e arsenopiritas. Através de processos de oxidação nas arsenopiritas zonadas (Figura 22) os íons de S e As foram remobilizados, restando apenas óxidos de ferro e ferro/cobre. Nesta zonação,

na borda se tem arsenopirita, na porção central calcopirita e na porção mais interna se tem o piroxênio, solução sólida entre enstatita e ferrosilita (Figura 22), correspondendo provavelmente a mineral primário que sofreu alteração.

Figura 22 – Mineral interpretado como arsenopirita alterada e substituída observada em microscópio eletrônico de varredura.



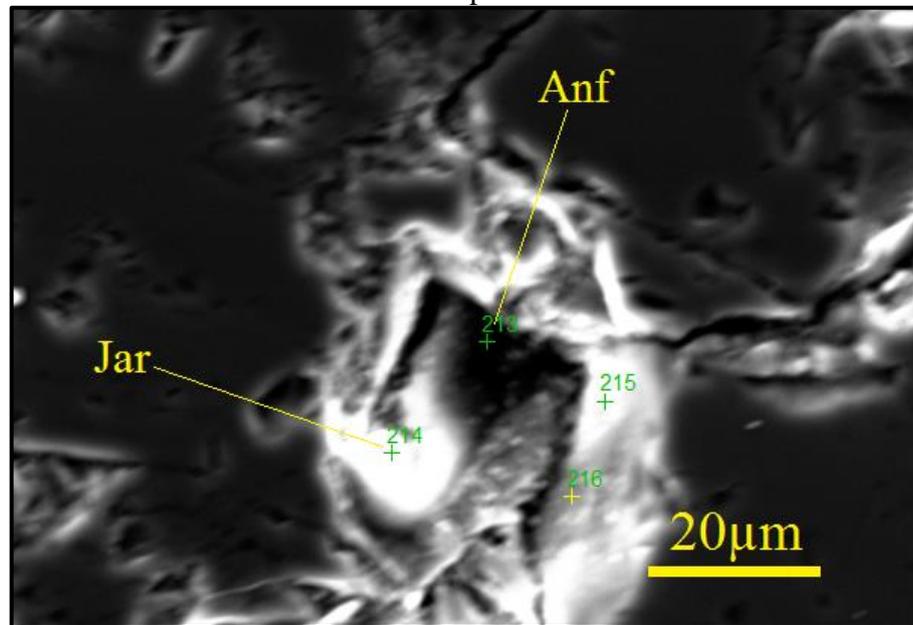
Fonte: Autor

Identificou-se através das descrições petrográficas juntamente com o MEV a jarosita, a qual é secundária neoformada a partir da oxidação dos sulfetos primários que teriam fornecido Fe e S, e o K podendo ser advindo da hidrólise de minerais silicatados como o ortoclásio da ganga que teria fornecido K um dos elementos de maior mobilidade.

De acordo com Brown (1971) a jarosita obtém estabilidade quando em ambientes de baixo pH e Eh moderadamente oxidante, sendo as atividades de H^+ e de SO_4^{2-} críticas para a precipitação da mesma. O ambiente ideal para tal situação é obtido através da interação de fontes quentes enriquecidas em Fe e SO_4 com águas meteóricas sem se levar em conta o tempo de residência. Atividades do potássio e do ferro dissolvido estão relacionadas com o aumento do campo de estabilidade da jarosita e aos Eh menos oxidantes.

A **Figura 23** demonstra provavelmente a alteração de um clinofibólio como a arfvedsonita, capaz de conter K (e em virtude de neste caso estar associado à magmatismo shoshonítico) para a jarosita, após a circulação de fluidos sulfatados oxidantes de origem meteórica e aquecidos com a profundidade (LEAKE, 1991).

Figura 23 – Clinoanfíbólio reliquiar de Mn e Fe (Arfvedsonita com Mn) no ponto 213 e Jarosita no ponto 214.



Fonte: Autor.

De acordo com White e Hedenquist (1995) a adulária é um importante mineral traçador de zona de alteração epitermal de baixa sulfetação. Este mineral foi encontrado em amostra e determinado através do MEV.

Obteve-se adulária em uma rocha próxima à trincheira onde se encontrava um veio mineralizado e do furo C. A associação desta, próximo a zonas mineralizadas, é indicativa de zona epitermal de baixa sulfetação. Através do que expressado por Dal Negro et al. (1978) a adulária é um mineral mais ordenado e estável a baixas temperaturas do que o ortoclásio sendo muito próximo do microclínio, diferenciando-se deste através de sua gênese, ela está relacionada a processos hidrotermais sendo assim encontrada em veios ou próxima a estes.

A remobilização do cobre juntamente com fluido carbonatado permitiu a cristalização de azurita após eventos lixiviadores que carregaram o S. Outra questão é a presença da crisocola, silicato hidratado de cobre, provavelmente relacionado à inserção de águas meteóricas e próximo a superfície visto que é admitido como mineral de alteração praticamente supergênico.

Outro elemento que se observou nas análises de MEV foi o Zn, na forma de zincita (ZnO) e de esfalerita (ZnS). O Zn é tido por White e Hedenquist (1995) como um elemento traçador de zonas de alta e baixa sulfetação através de sua presença com valores extremos. Em locais onde ocorrem anomalias positivas de Zn associadas a anomalias negativas de Cu, é

extremamente provável a existência de um ambiente epitermal de baixa sulfetação. Ao passo que quando do contrário e os valores de Zn são identificados como anomalias muito baixas, a existência de um ambiente hidrotermal de alta sulfetação é tida como certa.

A pirofilita encontrada nas amostras está relacionada a uma fase descrita por Candia, Szabó e Del Lama (2003) como aquela que se encontra em um ponto do sistema quartzo-pirofilita-diásporo onde o que está importando mais para sua estabilização é o fluido neste sistema.

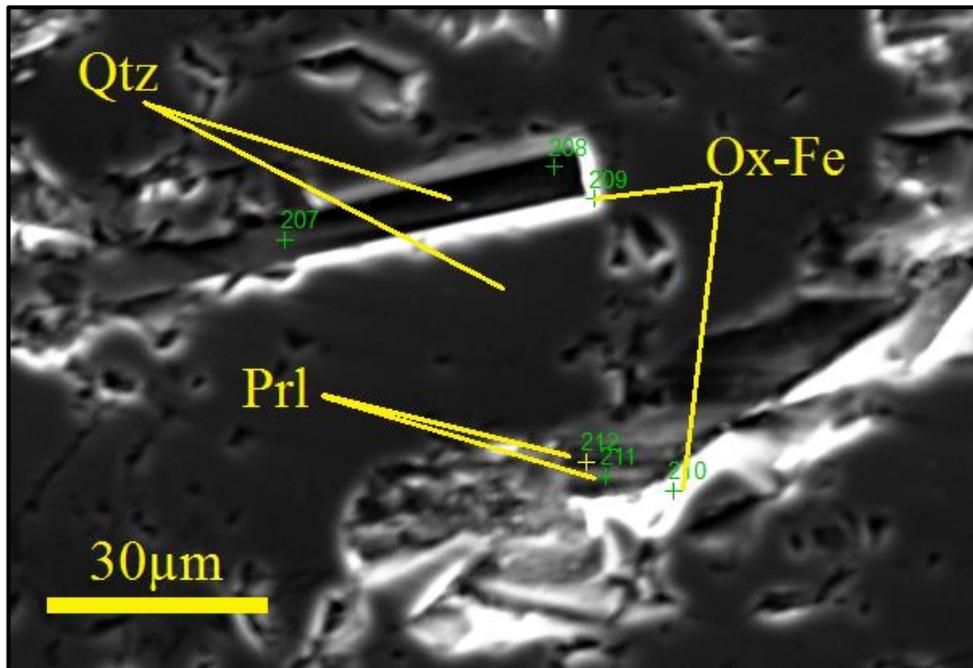
Uma das suposições dos referidos autores é o fato de que uma pequena quantidade de Al em fluido ao se deparar com a sílica é capaz de formar o referido filossilicato junto de cristais de quartzo e não necessariamente sendo obrigatória a formação da pirofilita diretamente associada à alteração de minerais ricos em alumínio ou metassedimentos. A associação de quartzo, pirofilita e o óxido de ferro (possivelmente py alterada) (Figura 24), pode indicar a presença de zona argílica avançada em depósito do tipo pórfiro ou de alta sulfetação em epitermais.

Sendo assim, mantém-se a importância dos fluidos hidrotermais na formação de minerais em rochas da área de estudo demonstrando o quão rico em cátions era o fluido em questão. Vale lembrar-se da ressalva feita por Candia, Szabó e Del Lama (2003), onde estes destacam a importância de que ao se trabalhar com hidrotermalismo e metamorfismo deve-se sempre manter o privilégio da dúvida, pois se trata de exemplos hipotéticos calculados em laboratório.

É frequente a ocorrência de fosfatos juntamente com os óxidos e hidróxidos de ferro (Figura 25). Na amostra abaixo, o ponto 256 demonstra o espectro determinado como um fosfato de ferro contendo cobre e alumínio.

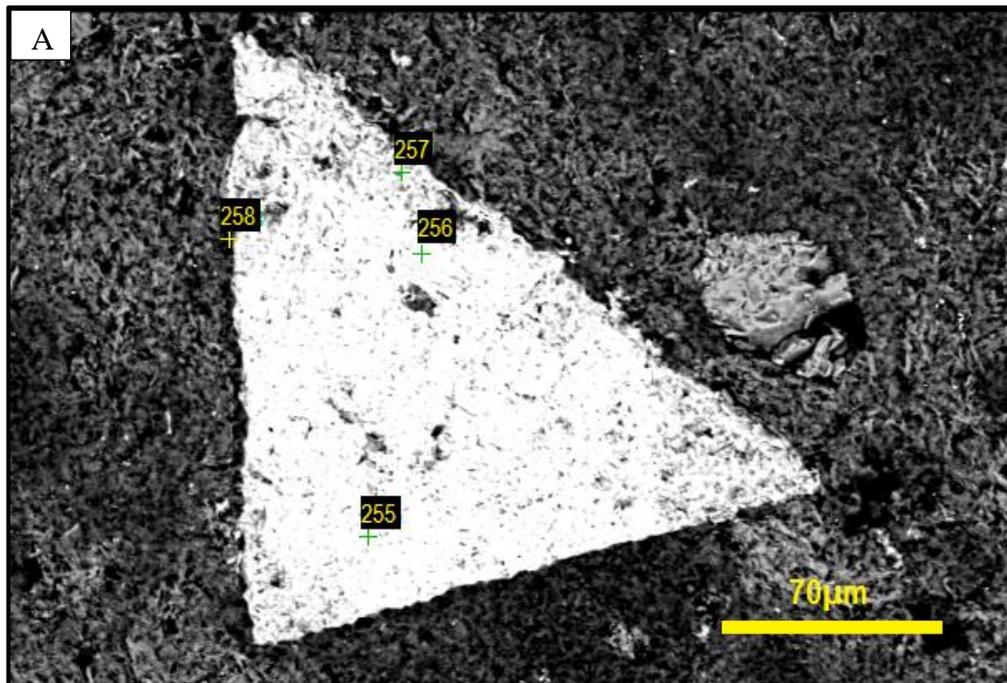
Tal mineral ocorrendo em situações onde haja evento hidrotermal é denominado de calcosiderita. Sua gênese está relacionada à alteração de minerais de Fe e Cu em horizontes oxidantes donde ocorrido eventos hidrotermais e este tem associação com a goethita e outros minerais hidratados de ferro. A ocorrência se deu sobre calcopirita pretérita, a qual sofreu mudanças composicionais através do fluido contendo P e Ca.

Figura 24 – Imagem EDS demonstrando a associação quartzo (Qtz) pirofilita (Pr1) com óxidos de ferro (Ox-Fe) como coadjuvantes.

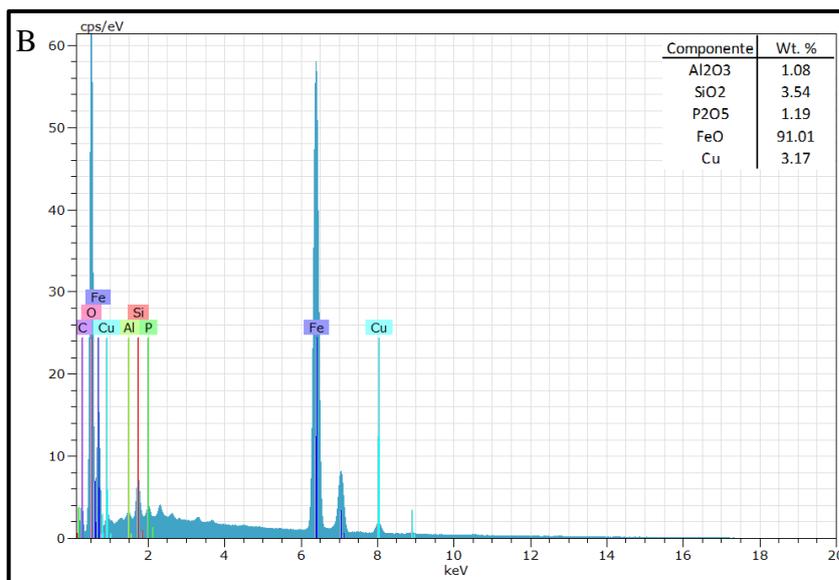


Fonte: Autor.

Figura 25 – A) Imagem EDS, identificando óxido de ferro e cobre a partir de uma provável Cpy e presença de calcosiderita (256); B) espectro demonstrando composição (calcosiderita).



Fonte: Autor.



Fonte: Autor

6.2. Análises dos Dados Geoquímicos

Analisando-se o banco de dados de análises geoquímicas, as quais foram realizadas em furos de sondagens, fez-se possível a constatação de alguns padrões e correlação entre elementos químicos. Para a determinação de valores altos, médios ou baixos e anomalias utilizou-se a média dos dados dos elementos químicos expostos no banco. Valores de *background* para as rochas foram extraídos de Wilson (1989), onde esta autora apresenta através de compilações de outros trabalhos os índices relacionados a diversos tipos de rocha, inclusive aquele para rochas de composição intermediária cálcio alcalina relacionado a fases de retroarco. Os valores de correlação (ρ) (TABELA 2) foram determinados como muito fracos, fracos, médios, fortes e muito fortes, sendo estes subdivididos unicamente por quesitos matemáticos com o intuito de se facilitar a compreensão.

Foram desenvolvidos comparativos entre a amostra que se está analisando versus outras amostras do entorno e o valor médio de determinado elemento levando-se em consideração suas medidas de distribuição central e de dispersão para a identificação de anomalias.

Ao se observar ETR, vê-se que o La (elemento presente em todo o furo) possui média a fraca correlação com os elementos P e Ti nos três furos estando presente, por exemplo, nas ilmenitas e nas massas de alteração fosfáticas. No furo (A) a correlação média a forte do La com Ca, K, P, Ni e Th, está relacionada a estas massas fosfáticas. Estes minerais encontravam-se tanto disseminados nas rochas quanto em veios e vênulas de quartzo/calcita.

TABELA 2
Valores de correlação divididos matematicamente.

Valor de ρ	Correlação
0,000 - 0,199	Muito Fraca
0,200 - 0,399	Fraca
0,400 - 0,599	Média
0,600 - 0,799	Forte
0,800 - 1,000	Muito Forte

Fonte: Autor

Em diversas ocasiões minerais como ilmenita, rutilo e fosfatos da serie da crandalita apresentaram-se na forma de produtos de alteração sobre outros minerais ou nas bordas. Elementos de terras raras não foram identificados no MEV em nenhuma fase mineral, como se esperava.

Através do banco de dados das análises químicas faz-se possível identificar que o La tem poucos valores extremos altos/baixos em relação à média (5 amostras elevadas em um furo e 4 amostras baixas em outro furo). Os valores médios para a área de estudo foram 34,15 ppm de média, moda em 33 ppm e mediana em 31 ppm, mantendo-se acima do que é exposto por Wilson (1989) como valor de *background* para La em andesitos relacionados a ambientes de retroarco, aproximadamente 7 ppm.

Considerando Wilson (1989), o teor médio de K% para rochas das séries cálcio alcalinas de alto K como no caso dos andesitos de Lavras do Sul, seria em torno de 1,0% (K elemento). Nas rochas da área de estudo os valores médios nos testemunhos ficam em torno de 0,10; 0,16 e 0,15.

Tais valores evidenciam uma anomalia negativa de K, de forma que os baixos valores de K juntamente com uma correlação fraca (negativa até positiva) com os outros elementos analisados e a grande quantidade de jarositas encontradas superficialmente na área da mina Cerro Rico, permitem a interpretação de que este K (demasiadamente baixo nos testemunhos) foi remobilizado por fluidos hidrotermais até a superfície onde em contato com um ambiente oxidante e os sulfetos comuns nas zonas mineralizadas geraram as jarositas encontradas em toda a região do alvo Cerro Rico. White e Hedenquist (1995) apontam que valores anormalmente baixos de K como relatados anteriormente são indicadores de eventos epitermais de alta sulfetação.

A correlação do Zn com o Au, por exemplo, pode indicar a demarcação de tipos diferentes de eventos hidrotermais como White e Hedenquist (1995) mencionam. No furo que se encontra a oeste (B), sendo assim mais próximo da intrusão do CILS e conseqüentemente mais próximo de uma zona de depósito pórfiro, o Zn não deve estar apresentando associação com Au ou esta ser muito baixa. Já no testemunho (A) esta correlação deve aumentar, pois está um pouco mais distante e relaciona-se a uma zona de baixa sulfetação, local onde o Zn está deve ser mais presente. Tais situações são corroboradas pelas análises químicas dos furos de sondagem, onde a correlação entre Au e Zn é praticamente nula (0,05) em um e aumenta para no outro furo para 0,30.

Valores diferenciados de Bi entre os furos representam ter ocorrido um enriquecimento mais expressivo neste elemento no entorno do furo (A) e enriquecimento menos expressivo nos testemunhos dos furos (B) e (C). O *background* para o bismuto na natureza é trazido como sendo aproximadamente em torno de 0.085 ppm, podendo ser um pouco mais presente em metassedimentos (1 ppm) e rochas ultrabásicas (1.2 ppm). Nas análises do furo (A) registra-se picos de até 59,2 ppm com média de 1,2 ppm, no furo (B) (5,9 ppm com média de 0,8 ppm) e para o (C) (43,3 ppm com média de 0,7). Dessa forma mantendo o que proposto por White e Hedenquist (1995) os teores elevados de Bi são associados a zonas de alta sulfetação em depósitos epitermais.

As porções observadas nos furos em que há muita cloritização/sericitização, aliadas a mineralogia encontrada e diagnosticada através das petrografias, permitiu a identificação da mina Cerro Rico como sendo uma zona limítrofe com rochas que se encontram em um regime de depósito hidrotermal do tipo pórfiro e em regimes hidrotermais do tipo epitermal (ora de alta sulfetação ora de baixa sulfetação).

Através das características informadas sobre os tipo de depósitos no Capítulo 2 interpretou-se os dados encontrados como depósitos do tipo pórfiro e epitermal. Características de depósitos epitermais de Alta Sulfetação e de Baixa Sulfetação são observadas nas tabelas TABELA 3 e TABELA 4 desenvolvidas por White e Hedenquist (1995).

Dessa forma foram encontradas três paragêneses principais as quais são:

- Pirita, clorita, quartzo e calcita em vênula, actinolita e barita; foram identificados óxidos de Fe-Cu interpretado como alteração da calcopirita e óxidos de Fe-Ti interpretado como alteração de titanomagnetita; as ocorrências de massas fosfáticas identificadas em MEV estão em conjunto destes minerais; em amostra próxima (20 metros a

norte) observa-se a presença de cristais ripidiformes de albita. A paragênese identificada corresponde a uma zona propilítica.

- Arsenopirita, calcopirita, pirita, vênulas de quartzo e calcita, barita; em outra amostra próxima (20m) foi identificada adularia; no testemunho de sondagem abaixo do local em que foi retirada a amostra, identificou-se calcedônia em veios e vênulas. Os cinco primeiros minerais encontrados juntos em uma mesma amostra são indicativo de zona de baixa sulfetação. A adularia e a calcedônia também são relacionadas a eventos de BS.

- Esfalerita, pirita, calcopirita, pirofilita, ilmenita e quartzo em veios e vênulas. A associação dos quatro primeiros é descrita como sendo demarcadora de um evento de alta sulfetação (AS). Se por exemplo inferirmos a participação de Cu de forma mais expressiva através de covelita (em virtude de ter sido encontrada em testemunho), juntamente com a pirita, a pirofilita e o quartzo, esta paragênese é indicadora de uma associação argílica avançada.

- Arsenopirita, calcopirita, pirita, vênulas de quartzo e calcita, barita; em outra amostra próxima (20m) foi identificada adularia; no testemunho de sondagem abaixo do local em que foi retirada a amostra, identificou-se calcedônia em veios e vênulas. Os cinco primeiros minerais encontrados juntos em uma mesma amostra são indicativo de zona de baixa sulfetação. A adularia e a calcedônia também são relacionadas a eventos de BS.

- Esfalerita, pirita, calcopirita, pirofilita, ilmenita e quartzo em veios e vênulas. A associação dos quatro primeiros é descrita como sendo demarcadora de um evento de alta sulfetação (AS). Se por exemplo inferirmos a participação de Cu de forma mais expressiva através de covelita (em virtude de ter sido encontrada em testemunho), juntamente com a pirita, a pirofilita e o quartzo, esta paragênese é indicadora de uma associação argílica avançada.

TABELA 3

Minerais de ganga identificadores de eventos de BS e AS.

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (ABUNDÂNCIA)		
MINERAL	BAIXA SULFETAÇÃO	ALTA SULFETAÇÃO
Quartzo	Abundante	Abundante
Calcedônia	Comum	Incomum
Calcita	Comum	Ausente
Adularia	Comum	Ausente
Ilita	Comum	Incomum

Continuação TABELA 3

MINERAL	BAIXA SULFETAÇÃO	ALTA SULFETAÇÃO
Caulinita	Rara	Comum
Pirofilita-Diásporo	Ausente	Comum
Alunita	Ausente	Comum
Barita	Comum	Comum

Fonte: Extraído e adaptado de White e Hedenquist (1995)

TABELA 4

Minerais de minério identificadores de eventos de BS e AS.

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (ABUNDÂNCIA)		
MINERAL	BAIXA SULFETAÇÃO	ALTA SULFETAÇÃO
Pirita	Abundante	Abundante
Esfalerita	Comum	Comum
Galena	Comum	Comum
Calcopirita	Comum	Comum
Enargita-Luzonita	Raro	Variável
Tenantita-Tetraedrita	Comum	Comum
Covelita	Incomum	Comum
Estibinita	Incomum	Raro
Orpimenta	Raro	Raro
Realgar	Raro	Raro
Arsenopirita	Comum	Raro
Cinabário	Incomum	Raro
Electrum	Incomum	Comum
Ouro Nativo	Comum	Comum
Teluridos-Selenidos	Comum	Incomum

Fonte: Extraído e adaptado de White e Hedenquist (1995)

Outra questão a respeito do evento hidrotermal de alta sulfetação ocorrido é o fato de que foram determinados minerais de cobre como carbonatos (azurita) e silicatos hidratados (crisocola), interpretados por White e Hedenquist (1995) como traçadores de zonas de alta sulfetação.

Têm-se a presença de Zn na forma do óxido zincita (ZnO) o qual permite a identificação e separação de ambientes de baixa ou alta sulfetação com base nas anomalias daquele elemento. Ambientes demarcados com anomalias positivas de Zn quando relacionados a eventos onde ocorreu hidrotermalismo são interpretados por White e Hedenquist (1995) como correspondetes a zonas de baixa sulfetação. Logo, através do que

exposto anteriormente pode-se inferir a transição para uma zona de BS. Se determinada a ocorrência de Zn na forma de esfalerita e ocorre associação com o Cu (calcopirita) é demarcador de zona de alta sulfetação (AS).

Os teores de antimônio apresentados no banco de dados variam entre 0,92ppm e 1,61ppm, ou seja, acima dos 0,3ppm estabelecido como *background* deste elemento por Filella, Belzile e Chen (2002). Anomalias positivas de Sb são interpretadas por White e Hedenquist (1995) quando associadas ao bismuto como bom indicador de depósitos epitermais de alta sulfetação. Se a associação se dá juntamente a anomalias positivas de Zn é então interpretado como indicador de depósitos de baixa sulfetação. Ao se observar os dados no banco vê-se que nos três testemunhos analisados a concentração de Sb e Bi aumentam e diminuem juntas. A correlação entre Sb e Bi é muito fraca negativa (-0,06) no furo (A) e positiva (0,06) no testemunho (C) e fraca positiva (0,30) no furo (B). A correlação entre Sb e Zn retorna valores negativos nos furos (A) e (C) -0,06 e -0,15 respectivamente, e muito fracos, porém positivos (0,03) no furo (B).

Os episódios de inserção de água meteórica no sistema sem influência do calor e fluidos da fonte magmática correspondem a uma última fase de alteração relacionada a processos supergênicos. A ação supergênica no Alvo Cerro Rico, possibilitou a formação de minerais como a jarosita, importante traçador de ambientes onde ocorrem mineralizações auríferas por exemplo. As jarositas encontradas em veios de quartzo, por exemplo, são produtos de alteração de sulfetos como pirritas associadas a fluídos de ambientes oxidantes que contenham K. Uma vez que a formação da jarosita está relacionada a ambientes oxidantes, estas podem estar relacionadas à “gossans” onde deve ocorrer a substituição jarosita-goethita assim como apontado por Blanchard (1968). Contudo tal alteração não ocorre de forma imediata, o que permite a identificação das duas fases.

Através da disposição das características descritas em virtude das amostras utilizadas para a composição do trabalho, entende-se que a região da Mina ou Alvo Cerro Rico está inserida em um contexto de pluralidade de ambientes e zonas de alteração hidrotermal e de composição mineralógica.

Fatores diferenciadores entre uma zona propilítica e outra argílica avançada de um depósito tipo pórfiro para uma zona epitermal de alta sulfetação, passam por mudanças principalmente na temperatura e estabilidade química do fluido.

Ao observarmos trabalhos realizados nas minas de Lavras do Sul, mais especificamente aquelas próximas a Cerro Rico pode-se observar que Mexias (1990) determina as fases de alteração na Mina Volta Grande (a sudoeste da mina Cerro Rico) como

sendo relacionadas a depósitos do tipo pórfiro, com zonas propilítica e argílica avançada sobrepondo-se. Já o trabalho de Martins et al. (em preparação) apresenta duas fases de alteração na mina Dourada (a noroeste da mina Cerro Rico) demarcadas também como tipo pórfiro, porém representam alteração potássica para grande parte da área e argílica avançada na porção NE daquela mina.

Esta distribuição espacial das alterações nas minas próximas permite realizar a inferência de um conceito evolutivo para depósitos relacionados a intrusões assim como ilustrado por Hedenquist e Lowenstern (1994) na Figura 6.

As observações no banco de dados a respeito do Ni como sua correlação muito forte com o Cr (0,85; 0,95 e 0,92) e o teor médio encontrado (38ppm, 21ppm e 26ppm – *background* 7ppm), permitem a suposição de que os fluidos percolados ou pelo menos alguma parcela deles possua origem profunda, da mesma forma como afirmado por Mexias (2000).

7. CONCLUSÕES

A realização dos estudos bibliográficos permitiu conciliar o conhecimento sobre a geologia da região de Lavras do Sul (interação entre as rochas intrusivas e encaixantes, ocorrência de eventos hidrotermais) com o que restritamente observado na área da Mina Cerro Rico através da petrografia executada e da abordagem estatística realizada no banco de dados geoquímicos sobre os testemunhos de sondagem.

Em síntese a Mina Cerro Rico pode ser interpretada como uma região em que rochas vulcânicas como andesitos, tufos e traquitos, relacionadas à Formação Hilário, sofreram alterações em sua composição inicial frente à ocorrência de eventos hidrotermais com capacidade de mineralização de Au.

As observações petrográficas foram importantes para a determinação da assembleia mineralógica encontrada no Alvo Cerro Rico, permitindo a interpretação da ocorrência de hidrotermalismo sobre as rochas da região inicialmente através dos veios, venulações, preenchimento de fraturas e posteriormente ao se observar minerais de minério, a saber: sulfetos (pirita, calcopirita, arsenopirita, covelita, bornita); sulfatos (jarosita, barita, alunita) e por fim minerais de alterações hidrotermais importantíssimos como adularia, barita e argilominerais (sericita, clorita, pirofilita).

Os trabalhos de Lowell e Gilbert (1970), Sillitoe (1979), Wilson, (1989), Hedenquist e Lowenstern (1994), White e Hedenquist (1995), Bongiolo (2006) e Pirajno (2010), serviram

de base para a realização das análises dos testemunhos com relação a sua química e os depósitos hidrotermais.

Uma questão importante abordada por White e Hedenquist (1995) se dá em virtude de quando devem ser utilizadas as comparações químicas. Aqueles autores indicam que dois fatores devem ser considerados com importância, a configuração geológica (falhamentos e fraturamentos) e as condições hidrológicas (drenagens e topografia).

Sobre análises químicas ressaltam-se os exemplos de enriquecimento de Zn em rochas onde ocorreram eventos de baixa sulfetação e seu empobrecimento em zonas de alta, o enriquecimento de cobre em zonas de alta sulfetação e o empobrecimento deste em zonas de baixa ou ainda a presença de teores de Bi acima do *background*, indicando a ocorrência de eventos de AS.

Destaca-se a relação do Bi com Sb a qual permite a interpretação de ocorrência de uma zona hidrotermal de alta sulfetação frente aos valores negativos predominantes na relação entre Sb e Zn.

Voltando ao objeto de estudo deste trabalho, a paragênese mineral na Mina ou Alvo Cerro Rico, faz-se possível a determinação das assembleias de minerais encontrados sob as mesmas condições de cristalização em relação a ambiente de formação.

Em situações semelhantes à ocorrida na área de estudo em que as rochas encontradas sofreram influência direta e irrestrita de um fluido hidrotermal durante determinado tempo, a assembleia mineralógica das rochas é alterada para outra mineralogia. Estas novas assembleias correspondem às novas fases de temperatura, pressão e pressão de voláteis, podendo inclusive cristalizar um mesmo mineral em rochas de composição inicialmente diferentes (e.g. sulfetos/sulfatos, fosfatos, óxidos/hidróxidos).

Frente a isto, se interpreta a localidade da Mina Cerro Rico como um local onde há evidências da ocorrência de mais de um evento hidrotermal, onde se faz possível a identificação de uma zona em que ocorrem superposições ou interdigitações entre os ambientes através de uma evolução horizontal e vertical do hidrotermalismo na região. Passa-se de uma propilítica de um depósito do tipo pórfiro nas porções mais a NW da área para os estágios de alta sulfetação e de baixa sulfetação de depósitos epitermais nas porções mais a SE e NE.

Outra interpretação é dada como a localidade em questão ser um ambiente inicial já hidrotermalizado relacionado a fases de um depósito do tipo pórfiro que posteriormente após a diminuição da atividade do evento magmático sofreu alterações e mineralizações relacionadas a depósitos do tipo epitermal de alta e baixa sulfetação.

Afirma-se isto em virtude das associações citadas no capítulo anterior, a saber:

- Pirita, clorita, actinolita, barita, vênulas de quartzo/calcita, albita em amostra próxima; calcopirita e titanomagnetita substituídas e as massas fosfáticas. A paragênese identificada corresponde a uma zona propilítica.

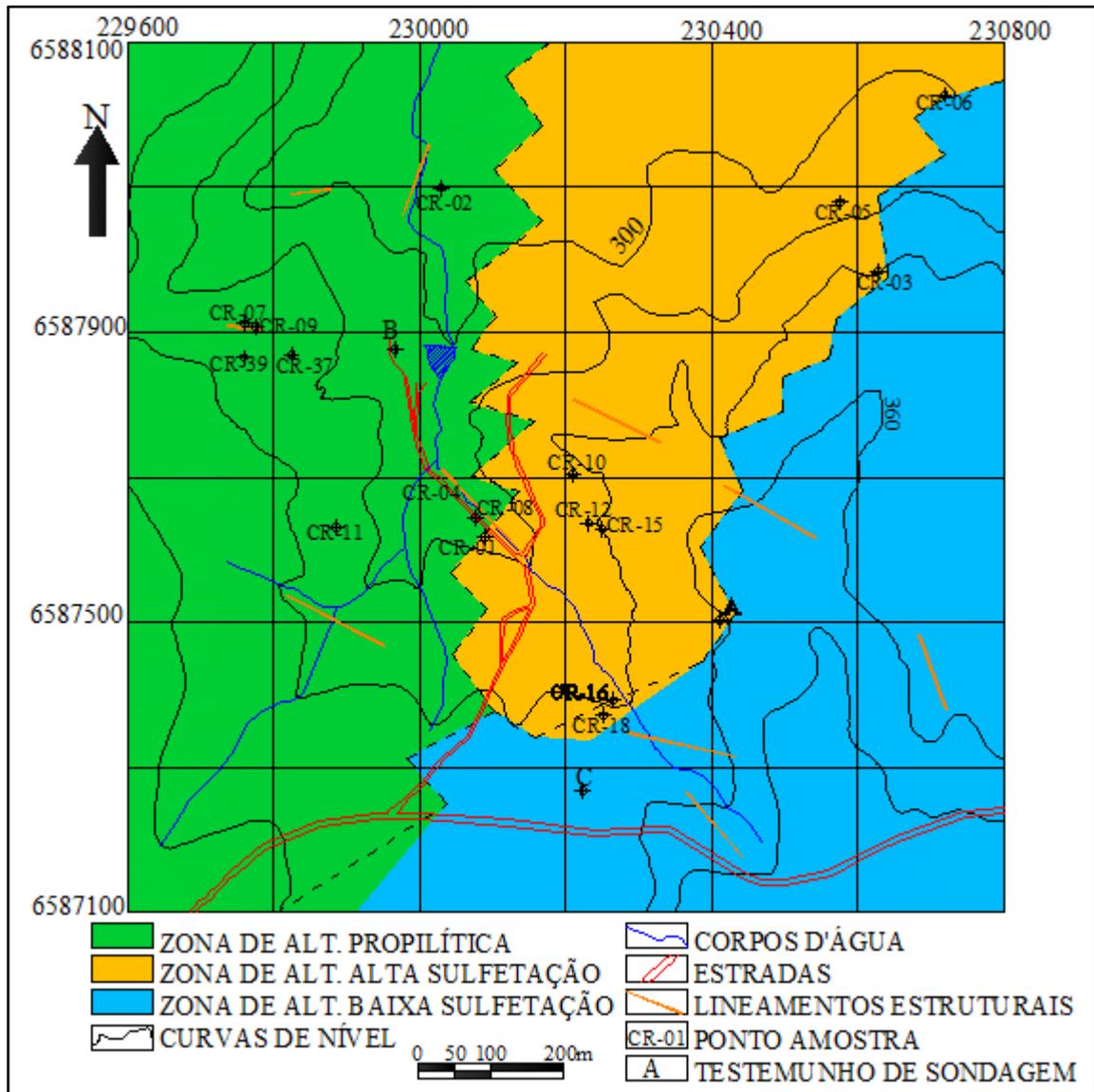
- Arsenopirita, calcopirita, pirita, vênulas de quartzo e calcita, barita; adularia em amostra próxima; em testemunho de sondagem próximo identificou-se calcedônia. Indicativos de zona de baixa sulfetação.

- Esfalerita, pirita, calcopirita, pirofilita, ilmenita e quartzo em veios e vênulas. A associação é descrita como sendo demarcadora de um evento de alta sulfetação (AS).

O mapa a seguir (Figura 26) determina a delimitação das zonas interpretadas através do que desenvolvido neste trabalho e os limites inferidos entre cada tipo de alteração.

Porém, independentemente da distribuição inferida na figura, conclui-se que o ocorrido na área da Mina Cerro Rico seja realmente a sobreposição de zonas de alteração em virtude do grande dinamismo representado por eventos relacionados à hidrotermalismo em locais onde haja material subvulcânico fornecendo calor e fluidos diferenciados.

Figura 26 – Distribuição do predomínio de zonas hidrotermais inferidas, evidenciando a variação lateral das zonas de alteração encontradas na área de Mina Cerro Rico.



Fonte: Autor.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.P.M., CHEMALE JR., F., MACHADO, A. **Late to Post-Orogenic Brasiliano-Pan-African Volcano-Sedimentary Basins in the Dom Feliciano Belt, Southernmost Brazil**. In. *Petrology – New Perspectives and Applications*. p 73-130. 2012.

_____, CONCEIÇÃO, R. V., CHEMALE JR., F., KOESTER, E., BORBA, A. W., PETRY, K. **Evolution of heterogeneous mantle in the Acampamento Velho and Rodeio Velho volcanic events, Camaquã Basin, Southern Brazil**. *Gondwana Research*, v. 8, n. 4, p. 479-492. 2005.

_____, ZERFASS, H., BASEI, M. A., PETRY, K., GOMES, C. H., **The Acampamento Velho Formation, a Lower Cambrian Bimodal Volcanic Package: geochemical and stratigraphic studies from the Cerro do Bugio, Perau and Serra de Santa Bárbara (Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, RS - Brazil)**. *Gondwana Research*, v. 5, n. 3, p. 721 -733. 2002.

ALMEIDA, R. P., JANIKIAN, L., FRAGOSO-CESAR, A. R. S., MARCONATO, A. **Evolution of a rift basin dominated by subaerial deposits: The Guaritas Rift, Early Cambrian, Southern Brazil**. *Sedimentary Geology*, v. 217, p. 30-51. 2009.

BABINSKI, M., CHEMALE JR., F., HARTMANN, L. A., VAN SCHMUS, W. R., SILVA, L. C. da. **Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil**. *Geology*, 24(5): p 439-442. 1996.

BASEI, M.A.S., FRIMMEL, H.E., NUTMAN, A. P., PRECIOZZI, F., JACOB, J. **A connection between the Neoproterozoic Dom Feliciano (Brazil/Uruguay) and Gariep (Namibia/South Africa) orogenic belts – evidence from a reconnaissance provenance study**. *Precambrian Research* 139: p 195–221. 2005.

BLANCHARD, R. **Interpretation of leached outcrops**. *Nevada Bureau of Mines Bulletin*, 26:1-196. 1968.

BOGIE, I., LAWLESS, J. V., RYCHAGOV, S., BELOUSOV, V. **Magmatic-related hydrothermal systems: Classification of the types of geothermal systems and their ore mineralization**. Workshop Internacional Geotérmica e recursos minerais em áreas de vulcanismo modernas. Kuril-Kamchatka, Academia Russa de Ciências, Instituto de Vulcanologia e Sismologia, 16 de julho a 06 de agosto, 2005.

BONGIOLO, E M. **Integração de dados mineralógicos, isótopos estáveis (O, H) e porosidade de rochas (¹⁴C-PMMA) no reconhecimento da evolução da alteração no sistema hidrotermal de Lavras do Sul/RS, Brasil**. Tese de Doutorado, simultaneamente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS e Université de Poitiers. 2006.

_____, RENAC, C., MEXIAS, A., M., GOMES, M., E., B., RONCHI, L., H., PATRIER-MAS, P. **Evidence of Ediacaran glaciation in southernmost Brazil through magmatic to meteoric fluid circulation in the porphyry-epithermal Au-Cu deposits of Lavras do Sul**. *Precambrian Research* 189: p 404-419. 2011.

BORBA, A. W. de, MARASCHIN, A. J., MIZUSAKI, A. M. P. **Stratigraphic Analysis and Depositional Evolution of the Neoproterozoic Maricá Formation (Southern Brazil): Constraints from Field Data and Sandstone Petrography.** Gondwana Research, v. 7, n. 3, p. 871-886. 2004.

BROWN, J. B. **Jarosite-goethite stabilities at 25°C, 1 atm.** Mineral. Deposita, 6. p 245-252. 1971.

CANDIA, M.A.F., SZABÓ, G.A.J., DEL LAMA, E.A. **Petrologia Metamórfica: Fundamentos para a Interpretação de Diagramas de Fase.** Editora Universidade de São Paulo EdUSP. São Paulo. 2003.

CARVALHO, P.F. **Reconhecimento Geológico do Estado do Rio Grande do Sul.** Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 66. 73p. 1932.

CHEMALE JR., F. **Evolução Geológica do Escudo Sul-rio-grandense,** In HOLZ M. Geologia e Estratigrafia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Editora Gráfica da UFRGS. p 03-44. 2000.

CRUZ, H.; GONZALEZ, C.; JUÁREZ A.; HERRERA, M.; JUAREZ J. **Quantification of the microconstituents formed during solidification by the Newton thermal analysis 60 method.** Journal of Materials Processing Technology, v 178, n 1-3, p. 128-134, 2006.

DAL NEGRO, A., DE PIERI, R., QUARENI, S., TAYLOR, W.H. **The crystal structures of nine K feldspars from the Adamello Massif (Northern Italy).** Acta Crystallographica: B34: p 2699-2707. 1978.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). **Banco de Dados Geográficos do Exército.** Folha Lavras do Sul/RS (SH 22-V-A-IV-3-2995/3). Versão 3.0. 2013. Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/>>. Acesso em: 20 jul. 2014, 01h23min.

FIGUEIREDO, B.R. **Minérios e ambiente.** Editora Unicamp. 2010.

FILELLA, M., BELZILE, N., CHEN, Y. **Antimony in the environment: a review focused on natural waters I. Occurrence.** Earth-Science Reviews, 57. p 125–176. 2002.

FRAGOSO-CÉSAR, A.R.S. **Tectônica de placas no Ciclo Brasileiro: As orogenias dos cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul.** Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, Tese de Doutorado. 1991.

FRAGOSO-CÉSAR, A.R.S., FAMBRINI, G.L., RICCOMINI, C., JANIKIAN, L., ALMEIDA, R.P.A., PELOSI, A.P.M.R., MACHADO, R. **Estruturas induzidas por abalos sísmicos na Formação Santa Bárbara (Neoproterozóico III – Eocambriano), Bacia do Camaquã, RS: O Exemplo do Passo da Capela.** Revista Brasileira de Geociências. 31(2): p 155-162, junho de 2001.

GASTAL, M.C., LAFON, J.M., FONSECA, F.J., MAGRO, F.U.S., REMUS, M.V.D., SOMMER, C.A. **Reinterpretação do Complexo Intrusivo Lavras do Sul, RS, de acordo com os sistemas vulcano-plutônicos de subsidência. Parte 1: Geologia, Geofísica e**

Geocronologia (207pb/206pb e 206pb/238u). Revista Brasileira de Geologia, 36 (01): p 99-113. Outubro de 2006.

_____, FERREIRA, F. J. F., CUNHA, U. L., ESMERIS, C., KOESTER, E., RAPOSO, M. I. B., ROSSETTI, M. M. M. **Alojamento do granito Lavras e a mineralização aurífera durante evolução de centro vulcano-plutônico pós-colisional, oeste do Escudo Sul-Rio-grandense: dados geofísicos e estruturais.** Brazilian Journal of Geology, 45(2): p 217-241, Junho de 2015.

GILL, R. **Rochas e Processos Ígneos: um guia prático.** Editora Bookman Ltda. 2014.

GROVES, D.I., GOLDFARB, R.J., GEBRE-MARIAM, M., HAGEMANN, S.G., ROBERT, F. **Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types.** Ore Geology Reviews. 13. p 7-27. 1998.

HARTMANN, L.; SANTOS, J. & MCNAUGHTON, N. **Detrital zircon U-Pb age data, and Precambrian provenance of the Paleozoic Guaritas Formation, Southern Brazilian Shield.** International Geology Review, Vol. 50, pp. 364–374. 2008.

HEDENQUIST, J. W., LOWENSTERN, J. B. **The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits.** Review Article. Nature, 310: p 519-527. Agosto de 1994.

HENRICHES, I. A. **Caracterização e idade das intrusivas do sistema pórfiro Yarumalito, magmatismo Combia, Colombia.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2013.

HICKEY, K., DIPPLE, G., BARKER, S., VAUGHAN, J., AHMED, A., ANDREWS, G. **Thermal and geochemical footprints of low-temperature sedimentary rock-hosted hydrothermal Au-systems: Identifying far-field vectors toward ore.** Year 2 Technical Summary, Mineral Deposit Research Unit. The University of British Columbia, Abril, 2009.

INOUE, A. **Formation of clay minerals in hydrothermal ore deposits.** In: Origin and mineralogy of clays. Velde, B. (ed). Springer Verlag. p 268-329. 1995.

JANIKIAN, L. **Sequências deposicionais e evolução paleoambiental do grupo Bom Jardim e da Formação Acampamento Velho, Supergrupo Camaquã, rio Grande do Sul.** Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, Tese de Doutorado. 2004.

_____, ALMEIDA, R.P., FRAGOSO-CÉSAR, A.R.S., FAMBRINI, G.L. **Redefinição do Grupo Bom Jardim (Neoproterozóico III) em sua área-tipo: litoestratigrafia, evolução paleoambiental e contexto tectônico.** Revista Brasileira de Geociências. 33(4):349-362, dezembro de 2003.

_____, _____, TRINDADE, R.I.F., FRAGOSO-CÉSAR, A.R.S., D'AGRELLA-SILVA, M.S., DANTAS, E.L., TOHVER, E. **The continental record of Ediacaran volcano-sedimentary successions in southern Brazil and their global implications.** Terra Nova, vol 20, No. 4, 259–266. 2008.

_____, _____, FRAGOSO-CÉSAR, A.R.S., MARTINS, V.T.S., DANTAS, E.L., TOHVER, E., MCREATH, I., D'AGRELLA-FILHO, M.S. **Ages (U-Pb SHRIMP and LA ICPMS) and stratigraphic evolution of the Neoproterozoic volcano-sedimentary successions from the extentional Camaquã Basin, Southern Brazil.** *Gondwana Research*, 21 (2012): p 466-482. 2012.

LIMA, E.F., NARDI, L.V.S. **O Magmatismo Shoshonítico no Estado do Rio Grande do Sul. Uma Revisão.** *Pesquisas em Geociências*, 19(2). p 190-194. 1992.

_____, _____. **The Lavras do Sul Shoshonitic Association: implications for origin and evolution of Neoproterozoic shoshonitic magmatism in southernmost Brazil.** *J. South Am. Earth Sci.*, 11(1): p 67-77. 1998.

_____, SOMMER, C.A., NARDI, L.V.S. **O vulcanismo Neoproterozóico-Ordoviciano no Escudo Sul-Rio-Grandense: os ciclos vulcânicos da Bacia do Camaquã.** In 50 anos de Geologia, Instituto de Geociências Contribuições. Porto Alegre, Editora Comunicação e Identidade Porto Alegre, RS. p.79-96. 2007.

_____, _____, SILVA, I.M.C., NETTO, A.P., LINDENBERG, M.ALVES, R.C.M. **Morfologia e química de cinzas do vulcão Puyehue depositadas na região metropolitana de Porto Alegre em junho de 2011.** *Revista Brasileira de Geociências* 42(2): p 265-280, junho de 2012.

LIZ, J. D. de. **Associação Shoshonítica de Lavras do Sul (RS): petrologia, geoquímica de elementos-traço em zircão e aplicação de *sliding normalization* na avaliação de fontes magmáticas.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008.

_____, LIMA, E. F., NARDI, L. V. S. **Avaliação de fontes magmáticas de séries shoshoníticas pós-colisionais com base na normalização pela Associação Shoshonítica de Lavras do Sul – aplicação de *sliding normalization*.** *Revista Brasileira de Geociências*. 39(1). P 55-66. Março de 2009.

LEAKE, B.E. **Nomenclatura de anfibólios.** *Revista Brasileira de Geociências*. 21(3). p 288-297. Setembro de 1991.

LOWELL, J.D., GUILBERT, J.M. **Lateral and vertical mineralization zoning in porphyry ore deposits.** *Economic Geology*, 65(4). p 373-408. 1970.

McPHIE, J., DOYLE, M., ALLEN, R. **Volcanic Textures: A guide to the interpretation of texture in volcanic rocks.** Centre for Ore Deposit and Exploration Studies. University of Tasmania. 1993.

MARTINS, L. ALMEIDA, D.P.M., MEXIAS, A.S., BARCELLOS, M., BOTELHO, N.F. **Identificação da paragênese mineral na Mina Dourada e correlação com as Minas Cerro Rico e Volta Grande, Lavras do Sul – RS.** (em preparação).

MEXIAS, A.S. **O Sistema hidrotermal fóssil de Volta Grande – Lavras do Sul/RS.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Porto Alegre, 1990.

_____. **Alteração Hidrotermal e Mineralização de Ouro Associada no Distrito Aurífero de Lavras do Sul/RS - A Área do Bloco do Butiá.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2000.

_____, BONGIOLO, E.M., GOMES M.E.B., FORMOSO M.L.L., FRANTZ J.C. **Alterações Hidrotermais e Mineralizações nas Rochas da Associação Plutono-Vulcano-Sedimentar da Região de Lavras do Sul-RS,** In 50 anos de Geologia, Instituto de Geociências Contribuições. Porto Alegre, Editora Comunicação e Identidade Porto Alegre, RS. p 143-159. 2007.

NARDI, L.V.S., LIMA, E.F. **A Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, RS.** Revista Brasileira de Geociências, 15(2): p 139-46. 1985.

OLIVEIRA, C.H.E. de, CHEMALE JR., F., JELINEK, A.R., BICCA, M.M., PHILIPP, R.P. **U-Pb and Lu-Hf isotopes applied to the evolution of the late to post-orogenic transtentional basins of the Dom Feliciano belt, Brazil,** Precambrian Research 246: p 240-255. 2014.

PAIM, P. S. G., LOPES, R. C., CHEMALE JR, F. **Aloestratigrafia, sistemas deposicionais e evolução paleogeográfica da bacia do Camaquã – Vendiano superior/Ordoviciano inferior do RS.** 6º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia / 1º Encontro de Geologia do Cone Sul. p 39-50. 1995.

_____, CHEMALE JR, F., LOPES, R.C. **A Bacia do Camaquã.** In. Geologia do Rio Grande do Sul, p. 251-74. 2000.

_____, _____, WILDNER, W. **Estágios Evolutivos da Bacia do Camaquã (RS).** Ciência e Natura, v. 36, n. 3, p 183-193. 2014.

PELOSI, A,P,M,R, FRAGOSO-CÉSAR, A,R,S. **Proposta Litoestratigráfica e Considerações Paleoambientais sobre o Grupo Maricá (Neoproterozóico III), Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Geociências 33(2): p 137-148, junho de 2003.

PIRAJNO, F. **Hydrothermal Processes and Mineral Systems.** Springer Science and Business Media Australia Pty Ltd., Sydney, AUS, capítulo 2, seção 2.1.1, 1249 p. 2010.

REMUS, M. V. D., McNAUGHTON, N. J., HARTMANN, L. A., KOPPE, J. C., FLETCHER, I. R., GROVES, D. I., PINTO, V. M. **Gold in the Neoproterozoic juvenile Bossoroca Volcanic Arc of southernmost Brazil: isotopic constraints on timing and sources.** Journal of South American Earth Sciences 12. P 349-366. 1999.

ROBB, L. **Introduction to Ore-Forming Processes.** Oxford, UK. Blackwell Science Ltd. a Blackwell Publishing company. 2005.

SHANKS III, W.C.P, **Hydrothermal alteration in volcanogenic massive sulfide occurrence model.** In U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, capítulo 11, 12. 2012.

SILLITOE, R. H. **Some Thoughts on Gold-Rich Porphyry Copper Deposits.** Mineralium Deposita. Springer-Verlag, Berlin. 14. P 161-174. 1979.

TOLEDO, M.C.M. **Mineralogia dos principais fosfatos do maciço alcalino-carbonatítico de Catalão I (GO) e sua evolução no perfil laterítico.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

VIEIRA, N., SOLIANI JR, E. L. **Um novo modelo genético-evolutivo para o maciço granítico de Lavras do Sul, RS.** Acta Geológica Leopoldensia, 7: p 144-160. 1989.

WHITE, N.C., HEDENQUIST, J. **Epithermal gold deposits: Styles, characteristics, and exploration.** SEG (Society of Economic Geologists) Newsletter, No. 23, pp. 1, 9-13. 1995.

WILDNER, W., LIMA, E. F., NARDI, L. V. S., SOMMER, C. A. **Volcanic cycles and setting in the Neoproterozoic III to Ordovician Camaquã Basin succession in southern Brazil: characteristics of post-collisional magmatism.** Journal of Volcanology and Geothermal Research, 118. p 261-283. 2002.

WILSON, M. **Igneous Petrogenesis – A Global Tectonic Approach.** Springer Netherlands, First Edition 1989. Reprinted 2007.

ANEXO I

TABELA 5

Ouro e quartzo extraídos e relatados pelo capitão de mina na região Sr. H. Eddi da “The Rio Grande Mining Company Limited” ao Governo Imperial no ano de 1893.

Ano	Mês	Toneladas	Gramas de
		de Quartzo	Ouro
1882	Fevereiro	51	1.295
1882	Maio	38	1.028
1882	Junho	26	652
1882	Julho	19	500
1882	Agosto	20	544
1882	Outubro	30	443
1882	Dezembro	25	666

Fonte: Extraído de Carvalho (1932).

TABELA 6

Profundidade dos poços executados e o total cavado na região, contido no relatório do capitão de mina na região Sr. H. Eddi da “The Rio Grande Mining Company Limited” ao Governo Imperial no ano de 1893.

Poços	Prof. dos Poços
Poço do Meio	7
Poço de Oeste	38
Poço de Leste	20
Poço de Ventilação	11
TOTAL	76

Fonte: Extraído de Carvalho (1932).

APÊNDICE A

Cálculo executado para a obtenção de um elemento a partir de óxido ou obtenção de óxido a partir de um elemento. Exemplo do K_2O .

K =	39,1	x2	78,2
O =	16,0	x1	16,0
$K_2O =$			94,2

RETORNA O ELEMENTO

94,2	-----	78,2
3,0	-----	2,5

OU

RETORNA O ÓXIDO

78,2	-----	94,2
2,5	-----	3,0

Os números em amarelo representam a massa de óxido.

O que apresentado em azul, vem a ser a massa do elemento.

Aquilo que exposto em verde é o valor trazido na tabela (óxido ou de elemento).

Já o valor apresentado na célula laranja é o resultado obtido (elemento ou óxido).

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
A	0.00	1.00	1.00	Traquito	1.09	29.4	181	5.0	0.13	13	57.1	2.75
A	1.00	2.00	1.00	Traquito	0.58	17.9	197	0.1	0.19	9	8.4	2.30
A	2.00	3.00	1.00	Traquito	0.60	19.0	160	0.1	0.28	9	9.5	2.36
A	3.00	4.00	1.00	Traquito	0.86	11.3	213	0.3	0.20	7	248.7	2.45
A	4.00	5.00	1.00	Traquito	1.62	31.6	464	0.2	0.16	9	752.1	3.48
A	5.00	6.00	1.00	Traquito	1.83	25.2	329	0.2	0.32	59	182.7	2.90
A	6.00	7.25	1.25	Traquito	1.11	12.4	170	0.5	0.31	10	134.7	2.23
A	7.25	9.00	1.75	Andesito	2.75	27.9	575	0.1	2.80	218	60.5	3.73
A	9.00	10.00	1.00	Andesito	2.74	24.8	570	0.3	2.17	217	38.1	3.91
A	10.00	11.00	1.00	Andesito	2.72	28.0	449	0.1	3.63	224	38.3	3.54
A	11.00	12.00	1.00	Andesito	4.20	32.1	521	3.7	1.29	243	178.7	8.12
A	12.00	13.00	1.00	Andesito	4.24	63.2	226	1.4	1.48	254	121.3	7.34
A	13.00	14.00	1.00	Andesito	3.80	21.8	345	0.2	1.64	244	23.1	4.34
A	14.00	15.00	1.00	Andesito	2.84	38.3	429	0.1	3.69	244	42.5	3.70
A	15.00	16.00	1.00	Andesito	2.46	41.4	400	0.2	3.81	227	36.4	3.54
A	16.00	17.00	1.00	Andesito	2.83	35.3	355	0.2	3.60	233	26.5	4.34
A	17.00	18.00	1.00	Andesito	3.22	25.4	393	1.4	3.92	218	23.1	5.58
A	18.00	19.05	1.05	Andesito	2.97	21.6	226	0.3	4.54	209	113.6	4.78
A	19.05	20.00	0.95	Traquito	1.06	7.6	128	0.0	0.84	7	9.1	2.89
A	20.00	21.00	1.00	Traquito	1.38	12.2	332	0.1	2.33	9	17.6	2.60
A	21.00	22.00	1.00	Traquito	1.20	9.4	223	0.2	2.43	6	33.9	2.08
A	22.00	23.70	1.70	Traquito	1.29	54.8	318	0.5	0.75	7	153.5	2.78
A	23.70	25.00	1.30	Andesito	3.18	39.0	952	0.6	7.10	105	151.9	5.25
A	25.00	26.00	1.00	Andesito	3.80	41.2	1032	0.1	5.99	85	91.4	5.46
A	26.00	27.00	1.00	Traquito	1.95	23.7	571	0.7	1.47	7	280.9	4.53
A	27.00	28.00	1.00	Traquito	1.35	14.6	675	1.2	2.69	11	123.4	2.55
A	28.00	29.00	1.00	Traquito	1.10	10.7	379	0.2	2.83	6	23.6	2.16
A	29.00	30.00	1.00	Traquito	1.23	11.7	388	0.2	2.54	6	15.5	2.08
A	30.00	31.00	1.00	Traquito	1.25	10.5	544	0.2	2.68	7	20.2	2.17
A	31.00	32.00	1.00	Traquito	1.21	17.5	478	0.3	2.41	7	20.7	2.31
A	32.00	33.00	1.00	Traquito	1.43	7.6	62	0.1	3.30	8	11.3	2.75
A	33.00	34.00	1.00	Traquito	1.53	8.3	246	1.4	1.53	8	223.6	3.76
A	34.00	35.00	1.00	Traquito	2.54	117.1	40	46.6	0.30	20	5108.8	7.42
A	35.00	36.00	1.00	Traquito	2.66	17.0	321	1.2	0.78	56	118.2	5.38
A	36.00	37.00	1.00	Traquito	1.64	12.2	76	0.3	2.19	34	66.6	3.32
A	37.00	38.00	1.00	Traquito	1.29	12.2	85	1.6	1.58	9	123.5	2.90
A	38.00	39.00	1.00	Traquito	2.09	28.4	215	0.6	1.34	23	119.1	4.75

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
A	0.00	1.00	1.00	Traquito	0.22	43	0.21	468	0.6	0.036	11.4	0.052
A	1.00	2.00	1.00	Traquito	0.16	41	0.17	494	0.3	0.048	6.8	0.066
A	2.00	3.00	1.00	Traquito	0.16	46	0.27	481	0.6	0.044	7.9	0.075
A	3.00	4.00	1.00	Traquito	0.13	40	0.45	553	0.6	0.048	5.9	0.074
A	4.00	5.00	1.00	Traquito	0.10	37	0.73	687	0.6	0.046	7.1	0.071
A	5.00	6.00	1.00	Traquito	0.28	39	0.83	656	0.5	0.020	49.9	0.109
A	6.00	7.25	1.25	Traquito	0.23	36	0.45	559	0.5	0.028	10.7	0.085
A	7.25	9.00	1.75	Andesito	0.34	50	3.07	849	1.5	0.015	159.7	0.179
A	9.00	10.00	1.00	Andesito	0.36	48	2.75	751	1.1	0.011	169.0	0.176
A	10.00	11.00	1.00	Andesito	0.47	53	3.24	898	2.3	0.016	164.6	0.181
A	11.00	12.00	1.00	Andesito	0.21	55	2.60	1747	1.0	0.003	154.6	0.192
A	12.00	13.00	1.00	Andesito	0.14	52	3.11	1591	1.1	0.000	167.6	0.179
A	13.00	14.00	1.00	Andesito	0.31	54	3.90	855	0.9	0.006	181.0	0.186
A	14.00	15.00	1.00	Andesito	0.50	56	3.50	674	1.8	0.020	166.1	0.192
A	15.00	16.00	1.00	Andesito	0.40	49	3.31	738	1.4	0.030	159.3	0.182
A	16.00	17.00	1.00	Andesito	0.34	47	3.45	1133	1.3	0.020	160.9	0.177
A	17.00	18.00	1.00	Andesito	0.18	43	3.33	1715	1.4	0.009	153.7	0.165
A	18.00	19.05	1.05	Andesito	0.31	48	2.72	1294	1.6	0.013	157.0	0.173
A	19.05	20.00	0.95	Traquito	0.15	38	0.49	472	0.5	0.037	6.0	0.071
A	20.00	21.00	1.00	Traquito	0.35	40	0.67	788	0.5	0.024	6.8	0.084
A	21.00	22.00	1.00	Traquito	0.37	42	0.41	678	0.3	0.013	6.0	0.084
A	22.00	23.70	1.70	Traquito	0.29	38	0.50	342	0.4	0.016	8.5	0.083
A	23.70	25.00	1.30	Andesito	0.62	87	1.81	1319	0.7	0.043	232.0	0.392
A	25.00	26.00	1.00	Andesito	0.79	67	2.01	1437	0.5	0.033	173.5	0.357
A	26.00	27.00	1.00	Traquito	0.35	33	0.76	793	0.3	0.013	12.5	0.081
A	27.00	28.00	1.00	Traquito	0.40	42	0.44	713	0.2	0.020	15.6	0.110
A	28.00	29.00	1.00	Traquito	0.31	38	0.38	764	0.4	0.016	5.8	0.081
A	29.00	30.00	1.00	Traquito	0.38	40	0.54	773	0.2	0.022	5.4	0.080
A	30.00	31.00	1.00	Traquito	0.36	38	0.61	786	0.3	0.018	6.3	0.085
A	31.00	32.00	1.00	Traquito	0.29	40	0.64	702	0.5	0.021	7.6	0.084
A	32.00	33.00	1.00	Traquito	0.28	42	0.74	947	0.3	0.022	7.8	0.088
A	33.00	34.00	1.00	Traquito	0.22	34	0.71	747	0.4	0.023	7.1	0.081
A	34.00	35.00	1.00	Traquito	0.19	23	1.11	822	2.1	0.017	18.9	0.088
A	35.00	36.00	1.00	Traquito	0.12	45	1.59	870	0.3	0.019	45.6	0.138
A	36.00	37.00	1.00	Traquito	0.25	45	1.03	682	0.3	0.024	26.9	0.119
A	37.00	38.00	1.00	Traquito	0.25	38	0.65	604	0.4	0.020	7.6	0.080
A	38.00	39.00	1.00	Traquito	0.23	40	1.06	786	0.7	0.022	19.1	0.100

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
A	0.00	1.00	1.00	Traquito	38.9	0.00	5.0	49	8.2	0.017	48
A	1.00	2.00	1.00	Traquito	11.2	0.00	4.5	37	7.1	0.019	41
A	2.00	3.00	1.00	Traquito	11.7	0.00	4.6	31	7.8	0.019	51
A	3.00	4.00	1.00	Traquito	84.2	0.00	2.6	24	7.0	0.016	67
A	4.00	5.00	1.00	Traquito	66.4	0.00	1.2	25	5.2	0.004	109
A	5.00	6.00	1.00	Traquito	326.9	0.00	5.1	32	6.7	0.017	109
A	6.00	7.25	1.25	Traquito	66.5	0.00	1.5	25	5.8	0.020	71
A	7.25	9.00	1.75	Andesito	213.4	0.00	4.1	187	6.9	0.117	149
A	9.00	10.00	1.00	Andesito	75.0	0.00	0.8	142	7.0	0.115	147
A	10.00	11.00	1.00	Andesito	40.6	0.00	0.5	228	7.7	0.181	137
A	11.00	12.00	1.00	Andesito	266.8	0.13	1.1	62	6.3	0.060	269
A	12.00	13.00	1.00	Andesito	32.9	0.45	1.1	67	5.8	0.030	260
A	13.00	14.00	1.00	Andesito	25.6	0.07	0.6	74	7.5	0.109	168
A	14.00	15.00	1.00	Andesito	52.3	0.00	0.5	410	8.0	0.208	114
A	15.00	16.00	1.00	Andesito	46.0	0.00	0.5	435	8.0	0.192	94
A	16.00	17.00	1.00	Andesito	56.7	0.00	0.9	283	7.7	0.140	132
A	17.00	18.00	1.00	Andesito	39.6	0.00	0.6	198	6.8	0.064	176
A	18.00	19.05	1.05	Andesito	89.7	0.00	0.6	287	6.9	0.108	144
A	19.05	20.00	0.95	Traquito	22.8	0.00	1.2	30	5.4	0.020	58
A	20.00	21.00	1.00	Traquito	18.7	0.00	2.0	104	6.0	0.018	59
A	21.00	22.00	1.00	Traquito	84.9	0.00	2.0	72	5.5	0.009	48
A	22.00	23.70	1.70	Traquito	507.0	0.28	1.1	37	4.6	0.005	158
A	23.70	25.00	1.30	Andesito	312.4	0.22	3.7	300	2.7	0.110	249
A	25.00	26.00	1.00	Andesito	256.6	0.21	2.0	206	3.0	0.102	186
A	26.00	27.00	1.00	Traquito	262.9	0.12	1.6	53	5.2	0.015	122
A	27.00	28.00	1.00	Traquito	725.9	0.15	1.3	113	5.4	0.020	82
A	28.00	29.00	1.00	Traquito	50.7	0.00	1.4	109	5.2	0.012	54
A	29.00	30.00	1.00	Traquito	76.2	0.00	1.7	120	5.4	0.012	53
A	30.00	31.00	1.00	Traquito	92.8	0.00	1.4	180	4.9	0.012	57
A	31.00	32.00	1.00	Traquito	148.6	0.26	1.3	121	5.0	0.009	63
A	32.00	33.00	1.00	Traquito	184.8	0.06	0.9	175	4.9	0.010	91
A	33.00	34.00	1.00	Traquito	411.8	0.38	0.9	71	4.8	0.005	120
A	34.00	35.00	1.00	Traquito	1435.5	1.84	1.2	21	4.8	0.004	176
A	35.00	36.00	1.00	Traquito	464.8	0.24	0.6	32	8.6	0.004	224
A	36.00	37.00	1.00	Traquito	56.6	0.00	1.8	100	8.2	0.017	92
A	37.00	38.00	1.00	Traquito	261.8	0.10	1.4	52	5.3	0.010	95
A	38.00	39.00	1.00	Traquito	166.8	0.44	1.2	48	6.3	0.008	145

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
A	39.00	40.26	1.26	Traquito	2.75	11.7	86	0.8	3.13	75	113.0	4.69
A	40.26	41.10	0.84	Andesito	3.14	35.9	570	0.0	3.84	84	200.1	5.17
A	41.10	43.35	2.25	Traquito	1.94	9.1	248	0.3	3.11	45	12.3	3.06
A	43.35	45.00	1.65	Andesito	2.60	16.2	755	0.0	6.97	122	59.3	5.77
A	45.00	46.00	1.00	Andesito	2.54	14.9	796	0.0	8.34	135	49.6	5.51
A	46.00	47.00	1.00	Andesito	2.67	16.5	1028	0.0	8.36	147	42.2	5.52
A	47.00	48.30	1.30	Andesito	2.62	21.4	703	0.2	8.19	127	78.3	5.57
A	48.30	50.00	1.70	Traquito	1.20	9.5	152	0.5	2.59	9	28.5	2.18
A	50.00	51.00	1.00	Traquito	1.04	8.4	153	0.4	2.50	8	16.1	2.20
A	51.00	52.00	1.00	Traquito	1.35	8.9	160	0.4	3.19	8	24.2	2.16
A	52.00	53.00	1.00	Traquito	1.23	14.6	72	0.4	2.79	9	20.3	2.53
A	53.00	54.00	1.00	Traquito	1.22	22.0	84	0.9	2.56	8	29.9	2.34
A	54.00	55.00	1.00	Traquito	1.35	16.9	78	1.0	2.01	8	16.8	2.92
A	55.00	56.00	1.00	Traquito	1.80	12.3	82	1.4	0.86	7	57.9	2.99
A	56.00	57.00	1.00	Traquito	1.40	3.9	88	0.6	1.86	7	39.2	2.28
A	57.00	58.00	1.00	Traquito	1.69	6.8	148	2.1	1.44	10	84.6	4.14
A	58.00	59.00	1.00	Traquito	2.13	5.6	52	1.0	0.51	10	23.5	5.13
A	59.00	60.00	1.00	Traquito	1.40	5.6	173	0.7	2.53	9	126.6	2.53
A	60.00	61.00	1.00	Traquito	1.21	5.2	91	0.1	2.38	11	28.1	2.44
A	61.00	62.00	1.00	Traquito	1.07	5.0	98	0.2	2.08	10	31.3	2.29
A	62.00	63.00	1.00	Traquito	1.25	5.0	106	0.2	2.59	10	36.2	2.37
A	63.00	64.00	1.00	Traquito	1.39	5.0	96	0.2	2.67	10	43.2	2.62
A	64.00	65.00	1.00	Traquito	1.26	4.4	51	1.5	1.38	9	115.4	3.25
A	65.00	66.00	1.00	Traquito	1.72	7.2	70	1.4	0.74	10	119.8	4.61
A	66.00	67.00	1.00	Traquito	2.64	26.6	300	0.8	0.81	9	31.3	7.54
A	67.00	68.00	1.00	Traquito	1.70	6.7	373	1.6	0.79	7	185.7	4.42
A	68.00	69.00	1.00	Traquito	1.08	3.8	76	0.6	1.49	10	88.6	2.73
A	69.00	70.00	1.00	Traquito	1.10	3.5	83	0.6	2.30	8	43.7	2.38
A	70.00	71.00	1.00	Traquito	1.07	4.0	177	1.0	1.24	9	203.8	2.66
A	71.00	72.00	1.00	Traquito	1.55	4.1	289	2.5	0.46	8	244.1	4.13
A	72.00	73.00	1.00	Traquito	1.84	34.6	188	59.2	0.61	8	190.6	4.44
A	73.00	74.00	1.00	Traquito	1.17	4.4	80	0.6	1.41	9	61.8	2.69
A	74.00	75.00	1.00	Traquito	1.08	3.5	85	0.3	2.00	8	35.8	2.38
A	75.00	76.00	1.00	Traquito	1.38	4.3	81	0.9	1.11	10	98.7	3.42
A	76.00	77.70	1.70	Traquito	1.81	14.6	281	2.4	1.18	9	72.1	4.89
A	77.70	79.00	1.30	Tufo	1.14	3.1	132	0.2	2.31	8	66.0	2.05
A	79.00	80.00	1.00	Tufo	1.10	3.1	121	0.3	1.92	6	69.2	1.78

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
A	39.00	40.26	1.26	Traquito	0.13	61	2.01	1294	0.4	0.032	69.3	0.170
A	40.26	41.10	0.84	Andesito	0.60	95	2.02	872	0.4	0.030	177.3	0.388
A	41.10	43.35	2.25	Traquito	0.28	52	1.33	878	1.1	0.032	43.6	0.129
A	43.35	45.00	1.65	Andesito	0.33	86	3.02	1245	1.0	0.084	221.9	0.372
A	45.00	46.00	1.00	Andesito	0.28	90	2.62	1553	0.8	0.125	243.9	0.352
A	46.00	47.00	1.00	Andesito	0.37	86	2.82	1508	0.6	0.166	267.2	0.328
A	47.00	48.30	1.30	Andesito	0.33	87	2.80	1468	0.9	0.096	233.6	0.377
A	48.30	50.00	1.70	Traquito	0.34	41	0.67	714	0.4	0.030	11.1	0.088
A	50.00	51.00	1.00	Traquito	0.26	39	0.62	667	0.5	0.020	8.8	0.087
A	51.00	52.00	1.00	Traquito	0.35	39	0.75	864	0.6	0.026	7.7	0.084
A	52.00	53.00	1.00	Traquito	0.34	39	0.66	756	1.0	0.025	8.2	0.081
A	53.00	54.00	1.00	Traquito	0.37	38	0.59	688	0.6	0.022	8.3	0.082
A	54.00	55.00	1.00	Traquito	0.41	44	0.62	590	0.7	0.018	9.0	0.088
A	55.00	56.00	1.00	Traquito	0.36	36	0.76	504	0.3	0.019	9.9	0.079
A	56.00	57.00	1.00	Traquito	0.36	44	0.64	634	0.4	0.021	8.5	0.083
A	57.00	58.00	1.00	Traquito	0.30	38	0.72	841	0.4	0.027	8.5	0.081
A	58.00	59.00	1.00	Traquito	0.23	36	0.95	702	0.6	0.027	11.0	0.081
A	59.00	60.00	1.00	Traquito	0.32	39	0.65	850	0.3	0.028	7.1	0.081
A	60.00	61.00	1.00	Traquito	0.33	43	0.58	784	0.5	0.031	7.4	0.083
A	61.00	62.00	1.00	Traquito	0.35	43	0.53	694	0.4	0.034	7.0	0.085
A	62.00	63.00	1.00	Traquito	0.34	41	0.62	843	0.5	0.028	7.4	0.086
A	63.00	64.00	1.00	Traquito	0.38	43	0.59	916	0.3	0.033	7.0	0.086
A	64.00	65.00	1.00	Traquito	0.21	33	0.58	729	0.5	0.026	6.4	0.079
A	65.00	66.00	1.00	Traquito	0.24	38	0.70	756	0.3	0.029	7.0	0.082
A	66.00	67.00	1.00	Traquito	0.15	21	1.05	1377	2.0	0.022	7.6	0.065
A	67.00	68.00	1.00	Traquito	0.25	33	0.66	730	0.3	0.029	7.4	0.080
A	68.00	69.00	1.00	Traquito	0.26	39	0.48	620	0.6	0.028	7.4	0.088
A	69.00	70.00	1.00	Traquito	0.31	39	0.54	775	0.3	0.029	7.0	0.085
A	70.00	71.00	1.00	Traquito	0.22	35	0.48	599	0.5	0.028	6.8	0.078
A	71.00	72.00	1.00	Traquito	0.19	34	0.66	547	0.3	0.025	7.6	0.080
A	72.00	73.00	1.00	Traquito	0.22	33	0.78	630	0.5	0.026	9.0	0.078
A	73.00	74.00	1.00	Traquito	0.28	37	0.49	613	0.3	0.029	6.7	0.084
A	74.00	75.00	1.00	Traquito	0.27	37	0.49	729	0.5	0.027	6.5	0.079
A	75.00	76.00	1.00	Traquito	0.25	37	0.55	630	0.3	0.030	7.3	0.083
A	76.00	77.70	1.70	Traquito	0.21	34	0.73	840	0.5	0.028	7.6	0.081
A	77.70	79.00	1.30	Tufo	0.31	41	0.48	672	0.3	0.026	7.4	0.088
A	79.00	80.00	1.00	Tufo	0.28	40	0.47	537	0.4	0.021	7.7	0.089

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
A	39.00	40.26	1.26	Traquito	311.4	0.08	0.6	84	10.8	0.006	184
A	40.26	41.10	0.84	Andesito	452.2	0.23	1.9	139	4.7	0.146	385
A	41.10	43.35	2.25	Traquito	85.2	0.00	1.0	145	7.9	0.012	102
A	43.35	45.00	1.65	Andesito	365.3	0.20	1.9	564	3.1	0.148	266
A	45.00	46.00	1.00	Andesito	183.7	0.13	3.2	690	2.9	0.135	400
A	46.00	47.00	1.00	Andesito	254.4	0.14	3.0	780	3.0	0.178	414
A	47.00	48.30	1.30	Andesito	357.6	0.20	2.2	541	3.1	0.153	353
A	48.30	50.00	1.70	Traquito	65.9	0.00	1.4	150	5.2	0.013	67
A	50.00	51.00	1.00	Traquito	34.0	0.00	1.4	159	5.3	0.014	64
A	51.00	52.00	1.00	Traquito	54.1	0.00	1.3	302	5.0	0.010	70
A	52.00	53.00	1.00	Traquito	30.7	0.00	1.5	180	5.2	0.015	64
A	53.00	54.00	1.00	Traquito	28.7	0.00	2.1	123	5.3	0.015	60
A	54.00	55.00	1.00	Traquito	27.2	0.00	2.4	80	6.1	0.015	79
A	55.00	56.00	1.00	Traquito	19.2	0.06	4.3	51	5.2	0.004	131
A	56.00	57.00	1.00	Traquito	32.6	0.00	1.2	151	5.5	0.007	90
A	57.00	58.00	1.00	Traquito	47.0	0.00	2.0	58	5.1	0.009	123
A	58.00	59.00	1.00	Traquito	30.9	0.00	2.5	26	4.8	0.008	176
A	59.00	60.00	1.00	Traquito	171.7	0.00	1.0	240	4.8	0.005	149
A	60.00	61.00	1.00	Traquito	47.5	0.00	1.0	202	4.9	0.006	69
A	61.00	62.00	1.00	Traquito	35.3	0.00	1.0	183	5.0	0.006	60
A	62.00	63.00	1.00	Traquito	46.8	0.00	0.9	276	4.7	0.006	66
A	63.00	64.00	1.00	Traquito	43.8	0.00	0.9	269	4.8	0.004	77
A	64.00	65.00	1.00	Traquito	1512.8	0.06	0.7	70	4.0	0.003	121
A	65.00	66.00	1.00	Traquito	121.4	0.00	0.6	32	4.3	0.003	142
A	66.00	67.00	1.00	Traquito	22.6	0.17	0.7	28	3.2	0.006	191
A	67.00	68.00	1.00	Traquito	722.8	0.08	0.7	34	4.2	0.005	134
A	68.00	69.00	1.00	Traquito	573.6	0.00	0.7	98	4.5	0.003	85
A	69.00	70.00	1.00	Traquito	34.0	0.00	0.8	166	4.8	0.004	61
A	70.00	71.00	1.00	Traquito	576.6	0.00	0.6	86	4.0	0.003	92
A	71.00	72.00	1.00	Traquito	287.7	0.06	0.6	26	4.2	0.005	157
A	72.00	73.00	1.00	Traquito	1366.1	0.10	0.6	24	4.4	0.004	193
A	73.00	74.00	1.00	Traquito	1250.7	0.00	0.7	92	4.6	0.004	88
A	74.00	75.00	1.00	Traquito	29.0	0.00	0.7	165	4.6	0.004	63
A	75.00	76.00	1.00	Traquito	649.4	0.00	0.6	75	4.3	0.004	134
A	76.00	77.70	1.70	Traquito	444.7	0.05	0.8	86	3.9	0.005	137
A	77.70	79.00	1.30	Tufo	34.8	0.00	1.0	249	4.6	0.003	60
A	79.00	80.00	1.00	Tufo	25.2	0.00	0.5	164	4.4	0.003	65

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
A	80.00	81.00	1.00	Tufo	1.08	1.4	127	0.5	2.85	6	38.1	1.91
A	81.00	82.00	1.00	Tufo	1.56	28.1	125	0.9	3.57	33	64.3	2.86
A	82.00	83.00	1.00	Tufo	1.90	15.5	233	0.2	2.66	2	120.3	3.46
A	83.00	84.00	1.00	Tufo	1.91	8.1	244	0.3	3.08	9	65.9	2.84
A	84.00	85.00	1.00	Tufo	2.25	8.3	412	0.4	3.35	21	93.5	3.70
A	85.00	86.00	1.00	Tufo	2.34	8.9	312	0.4	3.01	20	95.4	4.24
A	86.00	87.00	1.00	Tufo	2.64	9.9	436	0.5	3.26	23	102.0	4.46
A	87.00	88.00	1.00	Tufo	2.76	9.9	370	0.5	3.48	31	93.5	4.56
A	88.00	89.00	1.00	Tufo	2.71	11.8	203	0.8	3.90	20	151.7	4.49
A	89.00	90.00	1.00	Tufo	2.72	4.2	211	0.3	3.66	15	126.1	4.09
A	90.00	91.00	1.00	Tufo	2.58	3.4	252	0.1	3.30	25	72.8	4.17
A	91.00	92.00	1.00	Tufo	2.38	5.0	118	0.2	3.22	19	74.4	3.96
A	92.00	93.00	1.00	Tufo	2.41	4.7	224	0.0	3.58	23	85.8	3.70
A	93.00	94.00	1.00	Tufo	2.46	5.5	189	0.0	3.77	25	87.2	3.76
A	94.00	95.00	1.00	Tufo	2.47	5.0	159	0.2	3.72	23	44.7	4.22
A	95.00	96.00	1.00	Tufo	1.88	5.8	322	0.1	5.83	14	46.5	3.45
A	96.00	97.00	1.00	Tufo	1.71	6.2	700	0.3	4.29	16	66.2	3.48
A	97.00	98.00	1.00	Tufo	2.41	5.4	196	0.2	3.32	21	57.4	4.40
A	98.00	99.00	1.00	Tufo	2.57	4.6	285	0.2	4.85	22	93.0	4.20
A	99.00	100.00	1.00	Tufo	2.49	4.4	121	0.1	3.32	21	33.6	4.11
A	100.00	101.00	1.00	Tufo	2.46	4.6	136	0.2	3.85	41	95.0	3.99
A	101.00	102.00	1.00	Tufo	2.16	5.3	110	0.2	3.52	18	164.6	3.50
A	102.00	103.00	1.00	Tufo	4.27	9.1	369	0.5	4.10	147	103.5	7.31
A	103.00	104.00	1.00	Tufo	4.64	61.9	98	2.1	0.81	128	69.3	9.84
A	104.00	105.00	1.00	Tufo	4.82	405.1	58	4.4	1.67	79	796.7	12.43
A	105.00	106.00	1.00	Tufo	4.32	9.0	97	3.0	2.14	34	279.5	8.14
A	106.00	107.00	1.00	Tufo	3.07	7.4	98	0.2	3.73	30	176.4	5.00
A	107.00	108.00	1.00	Tufo	2.60	7.9	81	0.2	3.54	24	108.8	4.38
A	108.00	109.00	1.00	Tufo	2.11	6.2	116	0.2	3.74	18	16.2	4.03
A	109.00	110.00	1.00	Tufo	2.06	6.6	364	0.4	4.20	15	14.5	3.87
A	110.00	111.00	1.00	Tufo	2.10	6.8	2317	0.2	4.74	19	13.3	4.04
A	111.00	112.00	1.00	Tufo	2.12	8.2	488	0.3	4.17	16	12.4	3.94
A	112.00	113.00	1.00	Tufo	2.14	8.2	335	0.3	3.66	18	10.3	3.83
A	113.00	114.00	1.00	Tufo	2.15	8.0	158	0.2	3.27	15	13.3	3.86
A	114.00	115.00	1.00	Tufo	2.97	7.5	84	0.1	2.46	23	11.8	4.17
A	115.00	116.00	1.00	Tufo	2.89	8.4	95	0.1	2.85	24	16.2	4.41
A	116.00	117.00	1.00	Tufo	2.61	8.9	118	0.1	3.48	23	9.9	4.66

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
A	80.00	81.00	1.00	Tufo	0.24	39	0.50	747	0.4	0.024	8.2	0.088
A	81.00	82.00	1.00	Tufo	0.27	46	0.73	1010	2.2	0.013	35.8	0.138
A	82.00	83.00	1.00	Tufo	0.34	47	0.80	876	2.2	0.007	5.0	0.152
A	83.00	84.00	1.00	Tufo	0.43	35	0.72	792	0.3	0.018	10.3	0.137
A	84.00	85.00	1.00	Tufo	0.43	37	0.95	907	0.5	0.015	18.9	0.155
A	85.00	86.00	1.00	Tufo	0.36	35	1.09	961	1.9	0.011	19.1	0.143
A	86.00	87.00	1.00	Tufo	0.40	38	1.20	1046	3.0	0.012	19.3	0.150
A	87.00	88.00	1.00	Tufo	0.41	38	1.31	1037	1.9	0.009	22.9	0.158
A	88.00	89.00	1.00	Tufo	0.45	46	1.23	920	1.4	0.004	20.5	0.184
A	89.00	90.00	1.00	Tufo	0.39	35	1.45	847	0.2	0.009	14.8	0.142
A	90.00	91.00	1.00	Tufo	0.36	30	1.70	841	0.3	0.010	18.7	0.127
A	91.00	92.00	1.00	Tufo	0.43	34	1.41	729	0.2	0.011	14.1	0.146
A	92.00	93.00	1.00	Tufo	0.30	32	1.60	928	0.5	0.013	17.5	0.144
A	93.00	94.00	1.00	Tufo	0.27	33	1.64	978	2.1	0.016	19.0	0.150
A	94.00	95.00	1.00	Tufo	0.37	32	1.56	889	0.4	0.012	18.3	0.144
A	95.00	96.00	1.00	Tufo	0.38	29	1.00	1093	0.3	0.009	13.4	0.139
A	96.00	97.00	1.00	Tufo	0.24	36	1.06	984	0.2	0.009	12.1	0.142
A	97.00	98.00	1.00	Tufo	0.18	36	1.82	994	0.2	0.008	15.9	0.138
A	98.00	99.00	1.00	Tufo	0.20	30	1.87	1408	0.0	0.004	16.4	0.123
A	99.00	100.00	1.00	Tufo	0.18	36	1.79	1065	0.3	0.014	15.1	0.137
A	100.00	101.00	1.00	Tufo	0.21	34	1.69	1235	0.3	0.013	29.8	0.135
A	101.00	102.00	1.00	Tufo	0.19	37	1.43	1129	0.5	0.014	15.6	0.131
A	102.00	103.00	1.00	Tufo	0.13	33	2.68	2174	1.4	0.024	102.0	0.129
A	103.00	104.00	1.00	Tufo	0.18	27	2.24	1226	0.9	0.000	80.7	0.150
A	104.00	105.00	1.00	Tufo	0.18	14	2.24	1493	1.3	0.000	60.6	0.112
A	105.00	106.00	1.00	Tufo	0.19	27	2.17	1902	1.7	0.008	21.5	0.125
A	106.00	107.00	1.00	Tufo	0.19	27	1.90	1632	0.2	0.010	19.5	0.112
A	107.00	108.00	1.00	Tufo	0.21	31	1.70	1295	0.2	0.010	17.1	0.125
A	108.00	109.00	1.00	Tufo	0.24	34	1.25	1052	0.3	0.006	15.4	0.127
A	109.00	110.00	1.00	Tufo	0.26	36	1.31	1087	0.3	0.008	14.3	0.136
A	110.00	111.00	1.00	Tufo	0.26	33	1.45	1205	0.2	0.008	13.8	0.123
A	111.00	112.00	1.00	Tufo	0.25	38	1.50	1120	0.8	0.006	13.8	0.138
A	112.00	113.00	1.00	Tufo	0.25	34	1.61	965	0.2	0.008	13.3	0.136
A	113.00	114.00	1.00	Tufo	0.26	37	1.55	854	0.2	0.007	11.8	0.139
A	114.00	115.00	1.00	Tufo	0.21	32	2.29	955	0.6	0.003	16.9	0.139
A	115.00	116.00	1.00	Tufo	0.22	33	2.16	997	1.1	0.002	17.4	0.123
A	116.00	117.00	1.00	Tufo	0.23	34	1.95	998	0.2	0.008	16.8	0.127

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
A	80.00	81.00	1.00	Tufo	23.2	0.00	0.4	288	4.7	0.004	57
A	81.00	82.00	1.00	Tufo	24.9	0.31	1.2	276	4.3	0.003	85
A	82.00	83.00	1.00	Tufo	38.4	0.53	1.2	109	4.2	0.002	92
A	83.00	84.00	1.00	Tufo	12.5	0.22	0.8	233	3.7	0.003	73
A	84.00	85.00	1.00	Tufo	70.6	0.36	0.9	387	4.0	0.004	90
A	85.00	86.00	1.00	Tufo	155.9	0.37	0.8	346	3.8	0.003	97
A	86.00	87.00	1.00	Tufo	159.0	0.40	1.0	315	3.9	0.005	103
A	87.00	88.00	1.00	Tufo	18.6	0.20	0.8	255	4.1	0.004	108
A	88.00	89.00	1.00	Tufo	34.7	0.48	0.9	251	4.8	0.004	96
A	89.00	90.00	1.00	Tufo	27.4	0.08	0.7	148	3.5	0.002	98
A	90.00	91.00	1.00	Tufo	14.2	0.00	0.9	168	2.6	0.006	96
A	91.00	92.00	1.00	Tufo	11.5	0.00	1.2	205	3.8	0.013	81
A	92.00	93.00	1.00	Tufo	15.7	0.00	1.4	258	3.2	0.003	97
A	93.00	94.00	1.00	Tufo	44.1	0.00	1.9	244	3.2	0.002	103
A	94.00	95.00	1.00	Tufo	21.6	0.00	1.6	224	3.6	0.012	103
A	95.00	96.00	1.00	Tufo	17.9	0.00	1.8	222	3.9	0.016	82
A	96.00	97.00	1.00	Tufo	19.5	0.00	1.7	192	4.1	0.023	83
A	97.00	98.00	1.00	Tufo	13.5	0.00	1.1	231	3.6	0.017	128
A	98.00	99.00	1.00	Tufo	12.2	0.00	0.8	205	2.7	0.008	133
A	99.00	100.00	1.00	Tufo	16.9	0.00	0.8	192	3.4	0.010	122
A	100.00	101.00	1.00	Tufo	43.2	0.00	0.8	240	3.2	0.006	131
A	101.00	102.00	1.00	Tufo	181.0	0.00	7.9	277	3.3	0.005	126
A	102.00	103.00	1.00	Tufo	146.1	0.00	4.7	216	3.0	0.008	228
A	103.00	104.00	1.00	Tufo	10.1	0.56	0.5	28	3.2	0.005	225
A	104.00	105.00	1.00	Tufo	38.0	3.36	1.1	38	2.3	0.004	254
A	105.00	106.00	1.00	Tufo	242.3	0.15	0.6	67	2.7	0.004	277
A	106.00	107.00	1.00	Tufo	18.9	0.06	1.6	171	2.5	0.003	190
A	107.00	108.00	1.00	Tufo	22.1	0.00	5.5	210	3.0	0.009	156
A	108.00	109.00	1.00	Tufo	12.1	0.00	1.4	159	3.9	0.020	106
A	109.00	110.00	1.00	Tufo	14.2	0.00	1.2	312	4.4	0.026	97
A	110.00	111.00	1.00	Tufo	15.0	0.00	1.6	405	4.3	0.031	98
A	111.00	112.00	1.00	Tufo	14.7	0.00	1.6	257	5.0	0.032	96
A	112.00	113.00	1.00	Tufo	14.7	0.00	1.9	287	4.5	0.032	98
A	113.00	114.00	1.00	Tufo	14.7	0.00	2.3	238	4.7	0.032	97
A	114.00	115.00	1.00	Tufo	10.9	0.00	2.1	102	3.4	0.014	127
A	115.00	116.00	1.00	Tufo	13.8	0.00	3.4	72	3.3	0.016	124
A	116.00	117.00	1.00	Tufo	12.5	0.00	3.7	231	3.8	0.027	113

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
A	117.00	118.00	1.00	Tufo	2.50	7.7	97	0.1	3.57	23	9.7	4.42
A	118.00	119.00	1.00	Tufo	3.03	7.5	193	0.1	3.32	22	106.3	4.80
A	119.00	120.00	1.00	Tufo	4.17	24.9	273	1.1	2.00	42	80.0	8.41
A	120.00	121.00	1.00	Tufo	2.41	7.6	847	0.0	7.37	90	40.9	4.94
A	121.00	122.00	1.00	Tufo	2.94	13.4	831	0.3	6.12	78	41.6	5.36
A	122.00	123.00	1.00	Tufo	3.09	15.4	525	0.5	5.06	72	56.4	5.43
A	123.00	124.00	1.00	Tufo	2.31	7.0	1076	0.0	6.90	76	39.8	4.71
A	124.00	125.00	1.00	Tufo	2.33	6.8	1151	0.0	7.63	76	38.8	4.68
A	125.00	126.00	1.00	Tufo	2.62	10.0	370	0.0	4.34	73	46.8	3.84
A	126.00	127.00	1.00	Tufo	2.50	3.3	160	0.0	3.47	60	13.5	3.62
A	127.00	128.00	1.00	Tufo	2.15	4.7	94	0.0	4.66	58	8.0	3.45
A	128.00	129.00	1.00	Tufo	2.08	4.1	58	0.0	3.33	62	57.1	3.43
A	129.00	130.00	1.00	Tufo	2.13	4.1	60	0.0	3.30	69	45.9	3.48
A	130.00	131.00	1.00	Tufo	2.93	8.9	51	1.0	1.63	68	58.0	5.50
A	131.00	132.00	1.00	Tufo	3.64	15.2	74	0.5	0.41	61	8.5	8.60
A	132.00	133.00	1.00	Tufo	4.05	19.8	72	0.6	0.36	21	19.9	9.21
A	133.00	134.00	1.00	Tufo	2.79	21.0	108	1.0	1.93	18	106.6	5.22
A	134.00	135.00	1.00	Tufo	4.53	18.3	311	1.9	0.79	34	116.2	9.79
A	135.00	136.00	1.00	Tufo	3.69	24.8	37	2.0	0.76	26	54.7	8.34
A	136.00	137.00	1.00	Tufo	2.70	25.1	51	0.4	3.43	34	59.9	5.32
A	137.00	138.00	1.00	Tufo	2.87	39.9	47	0.3	4.20	46	57.0	5.70
A	138.00	139.00	1.00	Tufo	2.93	26.2	41	0.5	3.34	39	43.3	5.53
A	139.00	140.00	1.00	Tufo	3.89	27.3	235	1.4	1.47	35	50.8	7.77
A	140.00	141.00	1.00	Tufo	5.09	52.5	134	2.2	0.64	40	14.5	11.77
A	141.00	142.00	1.00	Tufo	3.00	22.0	49	0.9	3.02	43	57.4	5.74
A	142.00	143.00	1.00	Tufo	2.53	8.7	45	0.2	3.70	37	49.9	4.60
A	143.00	144.00	1.00	Tufo	2.76	18.0	52	0.2	5.28	26	61.5	4.95
A	144.00	145.00	1.00	Tufo	2.50	24.7	497	0.2	3.94	30	71.0	4.57
A	145.00	146.00	1.00	Tufo	2.98	35.9	55	0.1	4.85	37	63.0	5.23
A	146.00	147.00	1.00	Tufo	2.62	27.5	53	0.1	4.60	36	73.1	4.75
A	147.00	148.00	1.00	Tufo	2.77	26.8	56	0.1	4.75	34	70.8	4.91
A	148.00	149.00	1.00	Tufo	2.48	21.7	68	0.2	4.03	28	80.1	4.51
A	149.00	150.00	1.00	Tufo	2.50	23.7	53	0.3	4.05	29	61.8	4.70
A	150.00	151.00	1.00	Tufo	2.45	17.5	74	0.1	5.12	33	69.7	4.48
A	151.00	152.00	1.00	Tufo	2.78	13.4	59	0.5	3.81	35	63.8	5.17
A	152.00	153.00	1.00	Tufo	3.67	12.5	388	1.9	0.83	30	104.9	7.84
A	153.00	154.00	1.00	Tufo	3.43	16.4	355	0.5	0.98	19	11.6	7.67

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
A	117.00	118.00	1.00	Tufo	0.20	34	1.85	1033	0.4	0.008	18.0	0.121
A	118.00	119.00	1.00	Tufo	0.25	36	1.89	1443	0.0	0.005	16.9	0.140
A	119.00	120.00	1.00	Tufo	0.24	43	2.43	1777	7.5	0.017	43.8	0.186
A	120.00	121.00	1.00	Tufo	0.30	75	2.63	1434	0.7	0.060	181.2	0.338
A	121.00	122.00	1.00	Tufo	0.39	76	2.31	1349	0.7	0.031	148.4	0.340
A	122.00	123.00	1.00	Tufo	0.29	47	1.96	1351	0.5	0.017	90.1	0.250
A	123.00	124.00	1.00	Tufo	0.39	69	2.23	1388	0.9	0.081	114.2	0.334
A	124.00	125.00	1.00	Tufo	0.41	71	2.27	1527	0.8	0.084	121.8	0.332
A	125.00	126.00	1.00	Tufo	0.39	62	2.39	1011	0.7	0.038	88.0	0.227
A	126.00	127.00	1.00	Tufo	0.21	55	1.96	1044	0.7	0.020	55.5	0.186
A	127.00	128.00	1.00	Tufo	0.18	47	1.74	1294	0.4	0.022	52.7	0.173
A	128.00	129.00	1.00	Tufo	0.15	59	1.78	919	0.8	0.021	55.0	0.164
A	129.00	130.00	1.00	Tufo	0.18	62	1.81	1122	0.7	0.023	57.7	0.174
A	130.00	131.00	1.00	Tufo	0.12	47	1.88	1349	0.5	0.026	56.9	0.160
A	131.00	132.00	1.00	Tufo	0.10	43	1.74	1453	0.7	0.033	47.2	0.146
A	132.00	133.00	1.00	Tufo	0.25	28	1.74	1463	0.3	0.019	14.4	0.142
A	133.00	134.00	1.00	Tufo	0.26	35	1.59	1487	0.6	0.021	14.9	0.137
A	134.00	135.00	1.00	Tufo	0.18	33	2.00	2125	0.6	0.030	19.2	0.136
A	135.00	136.00	1.00	Tufo	0.15	28	1.78	1834	0.4	0.034	16.6	0.127
A	136.00	137.00	1.00	Tufo	0.16	34	1.74	1604	0.4	0.026	19.8	0.159
A	137.00	138.00	1.00	Tufo	0.17	29	1.89	1743	1.2	0.020	23.7	0.121
A	138.00	139.00	1.00	Tufo	0.17	28	1.79	1649	1.3	0.017	21.0	0.125
A	139.00	140.00	1.00	Tufo	0.21	29	1.94	1820	0.8	0.020	17.6	0.142
A	140.00	141.00	1.00	Tufo	0.14	17	2.17	2389	3.4	0.012	20.1	0.116
A	141.00	142.00	1.00	Tufo	0.20	31	1.81	1861	0.7	0.023	22.6	0.131
A	142.00	143.00	1.00	Tufo	0.15	31	1.71	1637	0.6	0.024	19.3	0.110
A	143.00	144.00	1.00	Tufo	0.16	32	1.85	1710	0.4	0.027	17.9	0.125
A	144.00	145.00	1.00	Tufo	0.15	32	1.58	1259	0.4	0.028	17.2	0.135
A	145.00	146.00	1.00	Tufo	0.16	32	1.99	1436	0.3	0.030	20.3	0.149
A	146.00	147.00	1.00	Tufo	0.16	31	1.70	1238	0.2	0.028	18.7	0.125
A	147.00	148.00	1.00	Tufo	0.16	33	1.79	1273	0.2	0.031	16.6	0.148
A	148.00	149.00	1.00	Tufo	0.16	33	1.60	1243	0.3	0.034	13.7	0.138
A	149.00	150.00	1.00	Tufo	0.16	32	1.55	1347	0.3	0.034	14.6	0.141
A	150.00	151.00	1.00	Tufo	0.17	34	1.58	1571	0.5	0.032	14.3	0.137
A	151.00	152.00	1.00	Tufo	0.17	32	1.57	1695	2.0	0.033	15.5	0.144
A	152.00	153.00	1.00	Tufo	0.18	28	1.59	1774	0.8	0.034	14.0	0.125
A	153.00	154.00	1.00	Tufo	0.20	18	1.30	1497	0.9	0.029	10.1	0.110

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
A	117.00	118.00	1.00	Tufo	13.4	0.00	2.6	269	3.7	0.025	116
A	118.00	119.00	1.00	Tufo	10.7	0.00	1.3	114	3.7	0.014	144
A	119.00	120.00	1.00	Tufo	54.6	0.24	0.8	82	3.3	0.027	197
A	120.00	121.00	1.00	Tufo	26.9	0.14	0.7	327	2.0	0.126	144
A	121.00	122.00	1.00	Tufo	43.1	0.16	1.2	211	2.6	0.137	140
A	122.00	123.00	1.00	Tufo	18.7	0.18	1.3	164	4.0	0.045	135
A	123.00	124.00	1.00	Tufo	8.2	0.14	0.8	333	2.1	0.183	118
A	124.00	125.00	1.00	Tufo	8.2	0.14	0.9	355	2.2	0.183	114
A	125.00	126.00	1.00	Tufo	7.4	0.07	0.8	219	8.1	0.067	114
A	126.00	127.00	1.00	Tufo	6.2	0.00	0.5	163	11.3	0.003	129
A	127.00	128.00	1.00	Tufo	6.6	0.00	0.5	208	9.5	0.004	121
A	128.00	129.00	1.00	Tufo	11.7	0.00	0.4	416	11.1	0.003	119
A	129.00	130.00	1.00	Tufo	11.6	0.00	0.4	317	12.1	0.003	129
A	130.00	131.00	1.00	Tufo	286.2	0.13	0.6	111	10.0	0.005	352
A	131.00	132.00	1.00	Tufo	8.4	0.29	0.5	35	9.2	0.012	180
A	132.00	133.00	1.00	Tufo	5.8	0.31	0.5	42	3.9	0.007	196
A	133.00	134.00	1.00	Tufo	695.9	0.26	0.6	136	3.9	0.004	177
A	134.00	135.00	1.00	Tufo	594.2	0.34	0.4	53	3.2	0.009	260
A	135.00	136.00	1.00	Tufo	288.4	0.81	0.4	45	3.0	0.006	199
A	136.00	137.00	1.00	Tufo	99.4	0.64	0.6	181	3.7	0.003	157
A	137.00	138.00	1.00	Tufo	64.2	0.78	0.7	258	2.3	0.003	156
A	138.00	139.00	1.00	Tufo	119.8	0.44	0.6	207	2.5	0.002	160
A	139.00	140.00	1.00	Tufo	133.4	0.35	0.4	85	2.9	0.004	288
A	140.00	141.00	1.00	Tufo	36.7	0.48	0.6	48	2.2	0.009	255
A	141.00	142.00	1.00	Tufo	47.8	0.37	0.4	279	2.7	0.003	293
A	142.00	143.00	1.00	Tufo	17.0	0.00	0.2	425	2.5	0.002	148
A	143.00	144.00	1.00	Tufo	14.8	0.10	1.4	525	2.6	0.002	142
A	144.00	145.00	1.00	Tufo	12.1	0.11	3.5	414	2.5	0.003	124
A	145.00	146.00	1.00	Tufo	10.3	0.19	3.4	480	2.9	0.003	135
A	146.00	147.00	1.00	Tufo	10.3	0.05	3.2	519	2.4	0.003	122
A	147.00	148.00	1.00	Tufo	15.3	0.00	3.1	504	2.6	0.003	124
A	148.00	149.00	1.00	Tufo	18.8	0.08	3.2	433	2.6	0.002	130
A	149.00	150.00	1.00	Tufo	18.4	0.20	3.5	452	2.8	0.003	125
A	150.00	151.00	1.00	Tufo	19.6	0.00	1.1	482	2.9	0.003	132
A	151.00	152.00	1.00	Tufo	27.5	0.00	0.5	322	2.8	0.003	175
A	152.00	153.00	1.00	Tufo	323.7	0.08	0.3	99	2.6	0.008	213
A	153.00	154.00	1.00	Tufo	18.0	0.25	0.3	114	2.2	0.005	146

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
A	154.00	155.00	1.00	Tufo	3.13	10.3	663	1.4	0.71	21	82.4	6.90
A	155.00	156.00	1.00	Tufo	3.42	19.8	244	2.0	0.94	22	123.9	7.55
A	156.00	157.00	1.00	Tufo	2.49	19.3	47	0.3	3.00	26	51.2	4.56
A	157.00	158.00	1.00	Tufo	2.47	19.2	45	0.2	3.77	25	68.8	4.65
A	158.00	159.00	1.00	Tufo	2.32	16.8	188	0.2	2.24	25	63.6	4.01
A	159.00	160.00	1.00	Tufo	2.63	7.3	154	0.2	1.46	26	65.5	4.67
A	160.00	161.00	1.00	Tufo	2.63	3.3	105	0.1	1.44	29	49.8	4.66
A	161.00	162.00	1.00	Tufo	2.67	3.3	80	0.0	4.96	39	68.0	5.02
A	162.00	163.00	1.00	Tufo	2.80	3.7	107	0.1	4.78	34	71.8	5.13
A	163.00	164.00	1.00	Tufo	2.71	2.4	150	0.1	4.77	31	77.2	4.76
A	164.00	165.00	1.00	Tufo	2.74	2.0	149	0.0	4.61	32	55.8	4.73
A	165.00	166.00	1.00	Tufo	2.52	1.8	185	0.1	4.01	28	50.8	4.52
A	166.00	167.00	1.00	Tufo	2.67	2.0	119	0.1	4.08	31	57.9	4.82
A	167.00	168.00	1.00	Tufo	2.77	2.6	130	0.0	4.34	31	86.8	4.96
A	168.00	169.00	1.00	Tufo	2.63	2.6	130	0.0	4.20	30	70.6	4.77
A	169.00	170.00	1.00	Tufo	2.87	1.9	216	0.0	4.63	29	75.1	4.99
A	170.00	171.00	1.00	Tufo	2.76	2.8	94	0.1	4.72	31	69.6	4.70
A	171.00	172.00	1.00	Tufo	2.75	5.5	77	0.2	4.42	30	68.3	4.79
A	172.00	173.00	1.00	Tufo	2.67	7.4	69	0.2	4.51	30	80.0	4.67
A	173.00	174.00	1.00	Tufo	2.69	19.4	77	0.1	4.55	30	70.3	4.63
A	174.00	175.00	1.00	Tufo	2.78	19.9	66	0.1	4.41	27	69.8	4.73
A	175.00	176.00	1.00	Tufo	2.66	21.6	80	0.1	3.95	25	72.7	4.55
A	176.00	177.00	1.00	Tufo	2.51	24.2	81	0.1	4.30	23	72.9	4.27
A	177.00	178.00	1.00	Tufo	2.70	28.2	74	0.1	3.80	24	74.7	4.41
A	178.00	179.00	1.00	Tufo	2.64	24.5	244	0.3	3.63	21	49.8	4.35
A	179.00	180.00	1.00	Tufo	4.04	20.8	425	2.8	2.27	25	170.9	7.76
A	180.00	181.25	1.25	Tufo	3.62	12.4	257	2.3	0.93	22	363.3	8.17
SOMA					416.120	3055.100	44791.000	205.100	525.860	7513.000	19414.300	785.940
MÉDIA					2.378	17.458	255.949	1.172	3.005	42.931	110.939	4.491
FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
B	0.00	1.00	1.00	Solo	2.92	14.0	279	1.6	0.11	15	114.9	5.66
B	1.00	2.00	1.00	Solo	2.88	9.7	259	1.8	0.08	14	52.8	5.38
B	2.00	3.80	1.80	Saprolito	2.22	9.5	355	0.5	0.19	10	35.9	4.45
B	3.80	5.00	1.20	Saprolito	1.59	6.1	134	0.3	0.44	6	20.2	3.31
B	5.00	6.00	1.00	Tufo	1.42	5.5	136	0.6	0.38	6	19.1	3.19
B	6.00	7.00	1.00	Tufo	1.35	7.8	180	0.6	0.36	4	88.8	3.01

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
A	154.00	155.00	1.00	Tufo	0.19	28	1.31	1461	1.0	0.033	11.2	0.128
A	155.00	156.00	1.00	Tufo	0.15	28	1.56	1692	2.5	0.031	13.0	0.132
A	156.00	157.00	1.00	Tufo	0.18	31	1.50	1339	2.9	0.037	14.9	0.136
A	157.00	158.00	1.00	Tufo	0.16	32	1.53	1195	1.2	0.036	13.0	0.129
A	158.00	159.00	1.00	Tufo	0.22	36	1.34	850	2.0	0.034	12.1	0.113
A	159.00	160.00	1.00	Tufo	0.21	35	1.57	746	1.0	0.035	14.6	0.125
A	160.00	161.00	1.00	Tufo	0.18	28	1.63	715	0.4	0.033	14.4	0.112
A	161.00	162.00	1.00	Tufo	0.15	30	1.71	1152	0.2	0.033	16.9	0.118
A	162.00	163.00	1.00	Tufo	0.16	31	1.90	1117	0.3	0.037	16.9	0.116
A	163.00	164.00	1.00	Tufo	0.16	35	1.83	1038	0.1	0.041	15.4	0.133
A	164.00	165.00	1.00	Tufo	0.17	32	1.90	1007	0.2	0.043	16.8	0.125
A	165.00	166.00	1.00	Tufo	0.17	33	1.75	962	0.0	0.044	15.6	0.127
A	166.00	167.00	1.00	Tufo	0.17	35	1.84	1019	0.2	0.044	15.9	0.125
A	167.00	168.00	1.00	Tufo	0.17	36	1.84	1003	0.1	0.046	16.6	0.131
A	168.00	169.00	1.00	Tufo	0.18	36	1.79	958	0.2	0.048	16.2	0.130
A	169.00	170.00	1.00	Tufo	0.19	36	1.93	1024	0.1	0.048	16.0	0.130
A	170.00	171.00	1.00	Tufo	0.16	35	1.92	997	0.3	0.043	17.1	0.141
A	171.00	172.00	1.00	Tufo	0.15	34	1.86	982	0.3	0.046	16.0	0.142
A	172.00	173.00	1.00	Tufo	0.16	35	1.78	1024	0.9	0.049	15.7	0.132
A	173.00	174.00	1.00	Tufo	0.16	34	1.73	1009	0.3	0.052	16.3	0.125
A	174.00	175.00	1.00	Tufo	0.16	36	1.73	1034	0.4	0.052	14.7	0.134
A	175.00	176.00	1.00	Tufo	0.18	36	1.55	1012	0.7	0.058	13.3	0.131
A	176.00	177.00	1.00	Tufo	0.17	37	1.45	980	0.7	0.049	13.4	0.133
A	177.00	178.00	1.00	Tufo	0.16	36	1.58	976	0.4	0.047	14.8	0.143
A	178.00	179.00	1.00	Tufo	0.18	36	1.57	1023	3.9	0.048	14.9	0.146
A	179.00	180.00	1.00	Tufo	0.20	31	1.95	1551	0.9	0.039	16.8	0.136
A	180.00	181.25	1.25	Tufo	0.20	34	1.60	1603	0.4	0.035	14.3	0.135
SOMA					44.700	6995.000	261.280	186806.000	131.800	4.769	6757.200	24.136
MÉDIA					0.255	39.971	1.493	1067.463	0.753	0.027	38.613	0.138
FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
B	0.00	1.00	1.00	Solo	0.14	21	0.91	1301	0.4	0.009	10.8	0.045
B	1.00	2.00	1.00	Solo	0.09	35	0.91	1251	0.4	0.007	11.0	0.044
B	2.00	3.80	1.80	Saprolito	0.13	42	1.00	1880	0.5	0.010	10.0	0.079
B	3.80	5.00	1.20	Saprolito	0.14	27	0.70	1064	0.3	0.015	7.3	0.135
B	5.00	6.00	1.00	Tufo	0.13	28	0.63	931	0.5	0.015	7.0	0.146
B	6.00	7.00	1.00	Tufo	0.14	31	0.51	860	0.3	0.011	6.4	0.131

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
A	154.00	155.00	1.00	Tufo	307.6	0.16	0.4	206	2.5	0.005	530
A	155.00	156.00	1.00	Tufo	469.6	0.18	2.9	132	2.6	0.004	189
A	156.00	157.00	1.00	Tufo	90.2	0.00	2.6	293	2.6	0.002	124
A	157.00	158.00	1.00	Tufo	58.5	0.10	3.3	324	2.7	0.002	120
A	158.00	159.00	1.00	Tufo	152.3	0.00	14.0	188	2.6	0.001	113
A	159.00	160.00	1.00	Tufo	75.8	0.00	5.6	169	2.9	0.001	120
A	160.00	161.00	1.00	Tufo	260.4	0.00	0.4	135	2.5	0.000	115
A	161.00	162.00	1.00	Tufo	26.3	0.00	0.4	457	2.3	0.003	116
A	162.00	163.00	1.00	Tufo	14.8	0.00	0.4	479	2.2	0.004	118
A	163.00	164.00	1.00	Tufo	13.9	0.00	0.5	467	2.4	0.003	108
A	164.00	165.00	1.00	Tufo	13.3	0.00	0.4	462	2.2	0.003	108
A	165.00	166.00	1.00	Tufo	10.9	0.00	0.4	377	2.4	0.003	98
A	166.00	167.00	1.00	Tufo	11.1	0.00	0.4	415	2.6	0.003	104
A	167.00	168.00	1.00	Tufo	10.3	0.00	0.5	434	2.7	0.003	106
A	168.00	169.00	1.00	Tufo	10.7	0.00	0.5	424	2.7	0.003	98
A	169.00	170.00	1.00	Tufo	11.2	0.00	0.5	504	2.7	0.003	109
A	170.00	171.00	1.00	Tufo	13.4	0.00	1.0	452	2.6	0.003	114
A	171.00	172.00	1.00	Tufo	19.0	0.07	1.9	421	2.7	0.003	109
A	172.00	173.00	1.00	Tufo	20.9	0.00	3.2	476	2.8	0.003	117
A	173.00	174.00	1.00	Tufo	22.1	0.13	2.6	478	2.8	0.003	112
A	174.00	175.00	1.00	Tufo	23.1	0.00	2.9	442	2.7	0.003	118
A	175.00	176.00	1.00	Tufo	32.9	0.00	3.0	360	2.8	0.003	121
A	176.00	177.00	1.00	Tufo	47.9	0.00	5.0	394	3.7	0.002	109
A	177.00	178.00	1.00	Tufo	111.4	0.00	6.4	376	3.7	0.002	122
A	178.00	179.00	1.00	Tufo	228.3	0.12	2.2	311	3.5	0.002	119
A	179.00	180.00	1.00	Tufo	30.3	0.34	0.6	107	2.8	0.003	207
A	180.00	181.25	1.25	Tufo	17.1	0.22	0.4	65	2.8	0.004	204
SOMA					24255.800	22.240	281.900	38162.000	769.700	4.231	23897.000
MÉDIA					138.605	0.127	1.611	218.069	4.398	0.024	136.554
FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
B	0.00	1.00	1.00	Solo	8.1	0.00	1.6	28	4.1	0.004	123
B	1.00	2.00	1.00	Solo	4.4	0.00	1.5	24	4.2	0.007	139
B	2.00	3.80	1.80	Saprolito	4.0	0.00	1.2	34	4.5	0.004	136
B	3.80	5.00	1.20	Saprolito	3.7	0.00	1.4	42	4.8	0.008	99
B	5.00	6.00	1.00	Tufo	3.5	0.00	0.9	29	3.9	0.003	94
B	6.00	7.00	1.00	Tufo	3.2	0.00	1.0	31	3.6	0.002	85

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
B	7.00	8.00	1.00	Tufo	1.73	34.2	105	2.9	0.37	4	63.5	5.41
B	8.00	9.00	1.00	Tufo	1.69	10.7	224	0.9	0.50	8	54.9	3.99
B	9.00	10.00	1.00	Tufo	2.50	10.5	330	0.4	0.37	6	24.4	5.99
B	10.00	11.75	1.75	Tufo	2.75	35.3	142	1.1	0.37	4	32.1	7.06
B	11.75	13.00	1.25	Tufo	2.97	17.5	229	1.1	0.56	52	33.7	7.07
B	13.00	14.00	1.00	Tufo	3.74	16.1	325	0.3	0.45	68	22.5	8.72
B	14.00	15.00	1.00	Tufo	2.86	118.0	58	1.2	0.60	21	11.0	7.27
B	15.00	16.00	1.00	Tufo	3.42	197.2	57	1.1	0.44	4	522.6	8.70
B	16.00	17.00	1.00	Tufo	1.23	112.9	72	1.0	1.64	3	99.2	3.68
B	17.00	18.00	1.00	Tufo	2.34	17.8	401	0.6	1.16	5	66.5	4.35
B	18.00	19.00	1.00	Tufo	1.86	18.9	66	0.7	1.41	6	31.0	3.64
B	19.00	20.00	1.00	Tufo	2.21	22.1	330	2.0	2.51	8	91.6	4.69
B	20.00	21.00	1.00	Tufo	2.47	17.7	283	1.6	0.74	9	24.7	4.86
B	21.00	22.00	1.00	Tufo	1.37	169.7	64	3.9	0.77	6	298.6	4.13
B	22.00	23.00	1.00	Tufo	2.91	7.6	254	0.8	0.99	42	11.1	5.50
B	23.00	24.00	1.00	Tufo	1.95	4.4	163	0.5	1.78	16	20.8	3.39
B	24.00	25.00	1.00	Tufo	3.06	9.3	707	0.2	1.51	57	12.0	5.98
B	25.00	26.00	1.00	Tufo	3.47	6.7	1063	0.2	1.33	45	11.6	6.93
B	26.00	27.00	1.00	Tufo	2.57	6.8	79	0.4	2.18	26	41.6	4.55
B	27.00	28.00	1.00	Tufo	2.24	12.2	784	1.7	4.37	22	82.1	3.85
B	28.00	29.00	1.00	Tufo	2.48	9.3	298	1.2	2.47	26	66.3	4.31
B	29.00	31.50	2.50	Tufo	2.52	10.7	107	0.7	2.55	28	55.0	4.42
B	31.50	33.00	1.50	Tufo	2.57	12.0	33	0.9	2.45	30	93.6	4.45
B	33.00	34.00	1.00	Tufo	2.61	5.4	32	0.3	2.55	30	56.1	4.53
B	34.00	35.00	1.00	Tufo	3.67	18.8	35	0.8	1.18	28	35.5	8.27
B	35.00	37.50	2.50	Tufo	2.96	31.5	173	0.6	0.90	14	53.5	5.97
B	37.50	40.00	2.50	Tufo	1.99	29.8	86	0.6	1.87	8	112.4	3.76
B	40.00	42.50	2.50	Tufo	1.77	11.3	78	1.4	2.98	11	103.8	3.72
B	42.50	45.00	2.50	Tufo	2.29	12.5	225	4.2	1.40	10	139.3	4.85
B	45.00	47.50	2.50	Tufo	2.96	6.8	258	5.9	1.83	27	5.6	6.21
B	47.50	50.00	2.50	Tufo	2.59	7.8	47	1.8	2.28	27	3.9	4.86
B	50.00	52.50	2.50	Tufo	2.61	6.4	44	2.4	2.68	22	3.6	4.95
B	52.50	55.00	2.50	Tufo	2.77	7.3	73	5.4	2.49	23	44.9	5.82
B	55.00	57.50	2.50	Tufo	2.37	6.6	356	0.6	3.34	27	24.5	4.57
B	57.50	60.00	2.50	Tufo	2.72	6.0	341	0.9	2.73	28	11.7	5.56
B	60.00	62.50	2.50	Tufo	2.42	5.1	101	1.1	3.01	20	59.4	4.69
B	62.50	65.00	2.50	Tufo	2.71	3.7	168	3.1	3.58	25	122.8	5.37

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
B	7.00	8.00	1.00	Tufo	0.19	27	0.54	785	4.6	0.006	5.9	0.143
B	8.00	9.00	1.00	Tufo	0.15	33	0.83	994	0.8	0.017	6.4	0.140
B	9.00	10.00	1.00	Tufo	0.18	29	0.88	1061	0.8	0.010	6.1	0.141
B	10.00	11.75	1.75	Tufo	0.17	21	0.82	907	1.0	0.009	7.3	0.136
B	11.75	13.00	1.25	Tufo	0.12	36	1.42	1350	1.2	0.015	50.2	0.146
B	13.00	14.00	1.00	Tufo	0.07	27	1.75	1186	0.5	0.002	67.4	0.144
B	14.00	15.00	1.00	Tufo	0.15	12	1.07	611	2.1	0.000	24.6	0.127
B	15.00	16.00	1.00	Tufo	0.13	7	1.20	501	0.5	0.000	10.4	0.149
B	16.00	17.00	1.00	Tufo	0.13	5	0.47	518	1.2	0.002	8.1	0.085
B	17.00	18.00	1.00	Tufo	0.17	20	1.01	642	0.2	0.000	8.9	0.137
B	18.00	19.00	1.00	Tufo	0.19	22	0.86	743	0.2	0.003	9.2	0.141
B	19.00	20.00	1.00	Tufo	0.16	12	1.05	1088	0.3	0.000	11.4	0.104
B	20.00	21.00	1.00	Tufo	0.19	18	0.92	385	0.6	0.000	14.0	0.132
B	21.00	22.00	1.00	Tufo	0.15	7	0.52	351	1.4	0.000	7.5	0.087
B	22.00	23.00	1.00	Tufo	0.12	27	1.46	728	0.3	0.005	47.4	0.120
B	23.00	24.00	1.00	Tufo	0.17	33	1.25	1002	0.2	0.010	15.4	0.123
B	24.00	25.00	1.00	Tufo	0.10	28	1.74	1354	1.4	0.012	59.1	0.133
B	25.00	26.00	1.00	Tufo	0.15	24	1.79	1610	2.9	0.007	37.0	0.122
B	26.00	27.00	1.00	Tufo	0.18	30	1.57	1389	0.8	0.013	16.4	0.124
B	27.00	28.00	1.00	Tufo	0.19	30	1.40	1594	0.3	0.014	14.1	0.128
B	28.00	29.00	1.00	Tufo	0.19	25	1.56	1437	0.1	0.016	14.8	0.114
B	29.00	31.50	2.50	Tufo	0.17	28	1.65	1451	0.0	0.020	14.9	0.111
B	31.50	33.00	1.50	Tufo	0.17	27	1.69	1442	0.1	0.025	18.0	0.113
B	33.00	34.00	1.00	Tufo	0.15	30	1.65	1461	0.1	0.035	15.9	0.124
B	34.00	35.00	1.00	Tufo	0.17	26	1.70	1896	0.4	0.018	15.5	0.122
B	35.00	37.50	2.50	Tufo	0.19	33	1.49	1182	0.6	0.010	11.0	0.143
B	37.50	40.00	2.50	Tufo	0.19	27	1.03	939	0.3	0.015	9.0	0.137
B	40.00	42.50	2.50	Tufo	0.21	33	0.99	1285	0.2	0.015	8.1	0.135
B	42.50	45.00	2.50	Tufo	0.21	34	1.19	1249	0.2	0.012	9.0	0.144
B	45.00	47.50	2.50	Tufo	0.11	34	1.73	1769	0.2	0.033	16.4	0.153
B	47.50	50.00	2.50	Tufo	0.16	36	1.71	1479	0.2	0.025	17.1	0.150
B	50.00	52.50	2.50	Tufo	0.17	36	1.66	1559	0.2	0.021	15.4	0.155
B	52.50	55.00	2.50	Tufo	0.20	37	1.57	1539	0.2	0.022	16.3	0.151
B	55.00	57.50	2.50	Tufo	0.23	35	1.73	1401	0.3	0.020	17.6	0.137
B	57.50	60.00	2.50	Tufo	0.20	35	1.74	1387	0.4	0.019	18.3	0.137
B	60.00	62.50	2.50	Tufo	0.20	38	1.58	1273	0.2	0.020	14.8	0.151
B	62.50	65.00	2.50	Tufo	0.20	35	1.71	1553	0.2	0.025	15.5	0.146

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
B	7.00	8.00	1.00	Tufo	12.4	1.10	2.9	26	2.8	0.003	83
B	8.00	9.00	1.00	Tufo	4.5	0.19	1.3	29	3.2	0.003	106
B	9.00	10.00	1.00	Tufo	4.1	0.08	0.7	24	3.4	0.003	139
B	10.00	11.75	1.75	Tufo	5.2	0.58	0.4	22	2.9	0.002	147
B	11.75	13.00	1.25	Tufo	11.1	0.08	0.5	34	6.6	0.012	176
B	13.00	14.00	1.00	Tufo	4.3	0.06	0.4	32	5.2	0.003	245
B	14.00	15.00	1.00	Tufo	10.9	1.26	0.6	23	2.9	0.001	153
B	15.00	16.00	1.00	Tufo	80.1	1.45	0.4	22	2.1	0.001	218
B	16.00	17.00	1.00	Tufo	10.0	1.34	1.2	34	1.2	0.000	54
B	17.00	18.00	1.00	Tufo	4.0	0.07	1.2	50	2.5	0.001	142
B	18.00	19.00	1.00	Tufo	3.3	0.16	0.3	54	2.7	0.001	125
B	19.00	20.00	1.00	Tufo	9.4	0.35	0.6	64	1.7	0.001	166
B	20.00	21.00	1.00	Tufo	4.6	0.18	1.0	47	2.5	0.002	146
B	21.00	22.00	1.00	Tufo	77.4	1.72	6.6	28	1.3	0.000	99
B	22.00	23.00	1.00	Tufo	3.6	0.22	0.8	67	6.4	0.002	179
B	23.00	24.00	1.00	Tufo	3.2	0.00	0.3	81	3.3	0.001	126
B	24.00	25.00	1.00	Tufo	3.4	0.11	0.3	76	6.9	0.004	179
B	25.00	26.00	1.00	Tufo	2.3	0.06	0.2	85	4.4	0.003	202
B	26.00	27.00	1.00	Tufo	4.4	0.00	0.2	92	3.5	0.002	155
B	27.00	28.00	1.00	Tufo	14.6	0.05	0.5	172	3.3	0.002	133
B	28.00	29.00	1.00	Tufo	6.8	0.05	1.3	96	2.5	0.003	155
B	29.00	31.50	2.50	Tufo	5.3	0.00	1.7	95	2.5	0.006	164
B	31.50	33.00	1.50	Tufo	7.7	0.00	3.3	92	2.6	0.005	171
B	33.00	34.00	1.00	Tufo	3.4	0.00	0.5	83	3.5	0.005	153
B	34.00	35.00	1.00	Tufo	3.6	0.22	0.6	56	3.0	0.007	212
B	35.00	37.50	2.50	Tufo	4.5	0.32	0.5	89	3.7	0.002	175
B	37.50	40.00	2.50	Tufo	33.3	0.23	1.5	116	3.4	0.001	153
B	40.00	42.50	2.50	Tufo	11.7	0.06	3.0	151	3.6	0.004	114
B	42.50	45.00	2.50	Tufo	20.3	0.19	5.0	98	3.6	0.005	137
B	45.00	47.50	2.50	Tufo	26.7	0.00	1.5	102	3.9	0.018	188
B	47.50	50.00	2.50	Tufo	36.6	0.00	2.5	108	4.3	0.007	155
B	50.00	52.50	2.50	Tufo	18.8	0.00	1.6	134	4.0	0.006	151
B	52.50	55.00	2.50	Tufo	20.3	0.00	3.2	187	4.0	0.006	160
B	55.00	57.50	2.50	Tufo	21.6	0.00	2.6	265	3.6	0.010	144
B	57.50	60.00	2.50	Tufo	16.4	0.00	1.9	177	3.2	0.009	163
B	60.00	62.50	2.50	Tufo	15.5	0.00	1.1	255	3.5	0.009	129
B	62.50	65.00	2.50	Tufo	35.2	0.00	1.2	251	3.2	0.005	135

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
B	65.00	67.50	2.50	Tufo	2.65	4.6	148	1.3	3.73	36	68.8	5.38
B	67.50	70.00	2.50	Tufo	2.50	3.7	229	0.6	3.89	30	89.3	4.89
B	70.00	72.50	2.50	Tufo	2.74	3.3	50	1.1	2.29	27	11.0	5.24
B	72.50	75.00	2.50	Tufo	2.68	3.1	94	0.9	2.86	24	18.3	5.13
B	75.00	76.00	1.00	Tufo	2.65	3.5	99	0.6	2.48	25	25.4	4.86
B	76.00	77.00	1.00	Tufo	3.03	4.0	163	0.5	1.86	29	20.6	5.32
B	77.00	78.00	1.00	Tufo	1.49	2.9	42	0.4	1.73	19	5.6	5.14
B	78.00	79.00	1.00	Tufo	3.68	8.0	158	1.0	1.73	31	36.1	7.61
B	79.00	80.00	1.00	Tufo	3.90	21.2	117	0.8	1.58	29	23.9	8.63
B	80.00	81.00	1.00	Tufo	2.92	6.3	412	0.3	4.61	11	44.3	6.01
B	81.00	82.00	1.00	Tufo	3.49	40.7	94	1.3	2.67	18	27.4	8.51
B	82.00	83.00	1.00	Tufo	3.57	31.0	184	1.6	1.07	19	21.9	8.11
B	83.00	84.00	1.00	Tufo	2.92	32.6	338	1.2	2.00	12	65.2	6.18
B	84.00	86.50	2.50	Tufo	1.95	11.7	143	0.5	3.17	11	76.1	3.35
B	86.50	89.00	2.50	Tufo	1.89	31.0	542	0.2	3.99	9	76.9	3.51
B	89.00	90.00	1.00	Tufo	1.99	36.4	115	0.1	3.68	9	82.1	3.60
B	90.00	91.00	1.00	Tufo	1.85	77.8	993	0.1	7.81	9	56.2	3.19
B	91.00	93.50	2.50	Tufo	2.09	82.0	386	0.1	4.03	12	77.8	3.73
B	93.50	96.00	2.50	Tufo	2.15	57.2	121	0.2	3.29	12	74.2	3.76
B	96.00	98.50	2.50	Tufo	2.11	31.2	58	0.4	3.41	12	80.8	3.62
B	98.50	101.00	2.50	Tufo	2.20	6.0	40	0.7	2.65	11	77.6	3.79
B	101.00	103.50	2.50	Tufo	2.59	6.0	1107	2.7	3.79	10	51.9	4.68
B	103.50	106.00	2.50	Tufo	2.25	32.2	51	0.4	2.43	14	68.0	3.73
B	106.00	108.50	2.50	Tufo	2.24	40.7	56	0.2	2.13	13	58.6	3.71
B	108.50	111.00	2.50	Tufo	2.33	63.0	106	0.1	2.96	13	73.9	3.89
B	111.00	113.50	2.50	Tufo	2.18	63.1	141	0.1	3.43	11	77.9	3.79
B	113.50	116.00	2.50	Tufo	2.09	21.4	83	0.1	3.52	10	66.4	3.66
B	116.00	118.50	2.50	Tufo	2.21	18.5	107	0.1	3.83	9	70.7	3.88
B	118.50	121.00	2.50	Tufo	2.21	23.9	100	0.1	3.78	15	82.1	3.74
B	121.00	123.50	2.50	Tufo	2.59	24.0	99	0.1	3.61	19	78.6	3.73
B	123.50	126.00	2.50	Tufo	2.54	24.9	96	0.1	2.93	20	84.9	3.71
B	126.00	128.50	2.50	Tufo	2.43	24.4	69	0.0	2.73	20	88.9	4.16
B	128.50	131.00	2.50	Tufo	2.51	22.2	82	0.1	2.93	20	84.2	4.11
B	131.00	133.50	2.50	Tufo	2.37	23.3	84	0.0	3.10	17	80.7	3.82
B	133.50	136.00	2.50	Tufo	2.24	26.7	91	0.1	3.35	14	70.1	3.58
B	136.00	138.50	2.50	Tufo	2.32	12.3	79	0.2	3.87	18	80.2	3.79
B	138.50	141.00	2.50	Tufo	2.48	5.1	291	0.1	3.77	23	73.7	4.01

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
B	65.00	67.50	2.50	Tufo	0.21	36	1.91	1545	0.1	0.023	19.5	0.147
B	67.50	70.00	2.50	Tufo	0.18	34	1.87	1465	0.2	0.027	17.1	0.137
B	70.00	72.50	2.50	Tufo	0.19	37	1.83	1322	0.2	0.019	16.7	0.139
B	72.50	75.00	2.50	Tufo	0.20	35	1.78	1341	0.2	0.021	17.3	0.142
B	75.00	76.00	1.00	Tufo	0.18	33	1.88	1200	0.1	0.022	16.8	0.148
B	76.00	77.00	1.00	Tufo	0.18	34	2.10	1350	0.1	0.020	18.8	0.140
B	77.00	78.00	1.00	Tufo	0.09	22	0.94	728	0.0	0.028	11.5	0.101
B	78.00	79.00	1.00	Tufo	0.20	22	1.86	1617	0.2	0.006	20.2	0.128
B	79.00	80.00	1.00	Tufo	0.24	17	1.85	1644	0.4	0.006	18.6	0.135
B	80.00	81.00	1.00	Tufo	0.55	48	1.77	1298	0.6	0.038	18.6	0.299
B	81.00	82.00	1.00	Tufo	0.30	24	1.53	1382	2.1	0.012	17.5	0.168
B	82.00	83.00	1.00	Tufo	0.23	22	1.47	1598	9.8	0.010	14.0	0.138
B	83.00	84.00	1.00	Tufo	0.22	23	1.16	1332	0.7	0.013	11.3	0.136
B	84.00	86.50	2.50	Tufo	0.23	34	1.02	1088	1.3	0.027	9.0	0.140
B	86.50	89.00	2.50	Tufo	0.21	31	1.01	924	5.0	0.021	8.3	0.137
B	89.00	90.00	1.00	Tufo	0.22	38	1.12	879	7.2	0.026	7.9	0.143
B	90.00	91.00	1.00	Tufo	0.17	41	1.02	1731	5.3	0.025	7.1	0.134
B	91.00	93.50	2.50	Tufo	0.18	32	1.19	952	3.2	0.030	9.3	0.153
B	93.50	96.00	2.50	Tufo	0.20	32	1.19	949	2.6	0.035	9.7	0.148
B	96.00	98.50	2.50	Tufo	0.19	29	1.20	1070	2.7	0.030	10.2	0.141
B	98.50	101.00	2.50	Tufo	0.19	33	1.18	1170	1.0	0.036	9.0	0.143
B	101.00	103.50	2.50	Tufo	0.22	34	1.14	1457	0.8	0.045	8.9	0.138
B	103.50	106.00	2.50	Tufo	0.15	30	1.19	1080	4.8	0.051	9.5	0.152
B	106.00	108.50	2.50	Tufo	0.18	33	1.14	1052	0.9	0.041	9.3	0.151
B	108.50	111.00	2.50	Tufo	0.15	29	1.21	1024	0.4	0.049	10.0	0.147
B	111.00	113.50	2.50	Tufo	0.16	21	1.17	905	0.3	0.048	9.0	0.146
B	113.50	116.00	2.50	Tufo	0.16	29	1.17	739	0.1	0.038	8.0	0.136
B	116.00	118.50	2.50	Tufo	0.18	39	1.14	740	0.3	0.041	8.3	0.147
B	118.50	121.00	2.50	Tufo	0.18	33	1.13	712	0.9	0.036	10.3	0.141
B	121.00	123.50	2.50	Tufo	0.19	21	1.43	715	0.6	0.097	11.2	0.130
B	123.50	126.00	2.50	Tufo	0.14	21	1.40	728	1.0	0.100	10.8	0.135
B	126.00	128.50	2.50	Tufo	0.11	29	1.51	817	1.3	0.066	11.3	0.160
B	128.50	131.00	2.50	Tufo	0.13	28	1.67	875	0.9	0.060	11.0	0.165
B	131.00	133.50	2.50	Tufo	0.12	26	1.56	817	0.6	0.061	9.3	0.151
B	133.50	136.00	2.50	Tufo	0.15	24	1.40	731	0.6	0.058	9.2	0.142
B	136.00	138.50	2.50	Tufo	0.21	29	1.54	744	0.5	0.029	12.8	0.136
B	138.50	141.00	2.50	Tufo	0.20	22	1.80	776	0.4	0.032	16.2	0.115

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
B	65.00	67.50	2.50	Tufo	25.3	0.00	2.2	317	3.1	0.007	138
B	67.50	70.00	2.50	Tufo	21.2	0.00	2.3	289	2.8	0.003	130
B	70.00	72.50	2.50	Tufo	15.8	0.00	1.5	140	3.0	0.005	152
B	72.50	75.00	2.50	Tufo	12.4	0.00	1.1	160	3.0	0.004	147
B	75.00	76.00	1.00	Tufo	10.1	0.00	0.9	159	3.0	0.004	146
B	76.00	77.00	1.00	Tufo	5.4	0.00	0.6	106	2.9	0.005	172
B	77.00	78.00	1.00	Tufo	3.3	0.00	0.4	54	2.3	0.004	126
B	78.00	79.00	1.00	Tufo	4.1	0.18	0.4	71	2.6	0.006	207
B	79.00	80.00	1.00	Tufo	5.7	0.69	0.4	66	2.5	0.005	203
B	80.00	81.00	1.00	Tufo	6.8	0.17	1.1	263	2.0	0.120	121
B	81.00	82.00	1.00	Tufo	7.9	1.40	0.8	112	2.5	0.017	172
B	82.00	83.00	1.00	Tufo	8.5	0.77	0.6	68	3.4	0.004	194
B	83.00	84.00	1.00	Tufo	26.6	0.38	1.9	99	3.0	0.002	171
B	84.00	86.50	2.50	Tufo	13.0	0.05	1.3	166	3.5	0.003	112
B	86.50	89.00	2.50	Tufo	77.0	0.08	4.0	297	2.7	0.003	111
B	89.00	90.00	1.00	Tufo	30.6	0.05	0.7	279	3.1	0.003	106
B	90.00	91.00	1.00	Tufo	53.8	0.13	0.5	344	2.3	0.002	85
B	91.00	93.50	2.50	Tufo	50.2	0.09	2.6	288	2.5	0.002	108
B	93.50	96.00	2.50	Tufo	63.0	0.07	1.2	245	2.7	0.010	189
B	96.00	98.50	2.50	Tufo	25.5	0.00	3.0	217	2.9	0.010	125
B	98.50	101.00	2.50	Tufo	10.6	0.00	1.4	104	3.4	0.008	119
B	101.00	103.50	2.50	Tufo	7.1	0.06	1.0	154	3.6	0.007	128
B	103.50	106.00	2.50	Tufo	101.3	0.00	3.0	121	4.2	0.007	148
B	106.00	108.50	2.50	Tufo	40.0	0.00	2.8	126	3.8	0.004	148
B	108.50	111.00	2.50	Tufo	58.6	0.00	7.1	204	3.6	0.037	235
B	111.00	113.50	2.50	Tufo	119.8	0.05	3.4	275	3.0	0.079	211
B	113.50	116.00	2.50	Tufo	30.3	0.00	2.5	286	3.1	0.012	84
B	116.00	118.50	2.50	Tufo	25.6	0.00	1.9	326	3.7	0.002	72
B	118.50	121.00	2.50	Tufo	21.9	0.07	1.6	266	3.1	0.002	67
B	121.00	123.50	2.50	Tufo	20.7	0.06	1.5	324	3.5	0.065	69
B	123.50	126.00	2.50	Tufo	26.5	0.00	1.2	229	3.4	0.135	89
B	126.00	128.50	2.50	Tufo	59.5	0.00	1.3	167	3.6	0.153	164
B	128.50	131.00	2.50	Tufo	54.0	0.00	2.7	176	3.4	0.150	125
B	131.00	133.50	2.50	Tufo	40.0	0.06	3.6	195	3.4	0.140	94
B	133.50	136.00	2.50	Tufo	33.9	0.06	2.8	229	3.0	0.102	76
B	136.00	138.50	2.50	Tufo	38.0	0.06	1.4	253	2.4	0.009	70
B	138.50	141.00	2.50	Tufo	14.3	0.08	0.5	238	2.0	0.024	74

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
B	141.00	143.50	2.50	Tufo	2.65	2.9	479	0.1	3.77	30	70.3	4.52
B	143.50	146.00	2.50	Tufo	3.23	3.1	118	0.0	4.18	56	56.6	5.51
B	146.00	148.50	2.50	Tufo	3.16	2.9	87	0.0	4.44	56	57.2	5.60
B	148.50	151.00	2.50	Tufo	3.13	3.7	116	0.1	4.45	54	55.4	5.55
B	151.00	153.50	2.50	Tufo	3.00	7.3	405	0.1	4.25	51	57.7	5.35
B	153.50	156.00	2.50	Tufo	3.21	7.5	257	0.0	4.06	61	57.7	5.56
B	156.00	158.50	2.50	Tufo	2.96	6.3	88	0.0	3.80	65	56.3	5.47
B	158.50	161.00	2.50	Tufo	3.10	7.0	99	0.0	4.09	70	55.2	5.80
B	161.00	163.50	2.50	Tufo	3.09	12.3	73	0.0	3.60	70	55.0	5.41
B	163.50	166.00	2.50	Tufo	3.00	9.1	141	0.2	3.40	62	56.0	5.08
B	166.00	168.50	2.50	Tufo	2.95	5.5	230	0.2	3.78	58	50.8	4.94
B	168.50	171.00	2.50	Tufo	3.18	4.8	294	0.3	3.45	60	51.9	5.91
B	171.00	173.50	2.50	Tufo	2.92	30.8	48	1.0	4.01	52	77.6	5.52
B	173.50	176.00	2.50	Tufo	2.73	64.9	279	0.9	3.20	53	86.9	4.95
B	176.00	178.50	2.50	Tufo	2.48	10.4	303	0.3	4.22	164	38.0	3.95
B	178.50	181.00	2.50	Tufo	3.22	7.6	143	0.7	2.87	181	48.2	5.38
B	181.00	183.50	2.50	Tufo	2.00	36.0	362	0.3	3.30	147	32.7	3.44
B	183.50	186.00	2.50	Tufo	1.99	39.2	341	0.1	2.01	144	35.6	3.34
B	186.00	188.50	2.50	Tufo	2.84	8.7	331	0.1	3.38	57	66.5	4.52
B	188.50	191.00	2.50	Tufo	2.35	8.5	116	0.1	3.30	198	29.0	3.50
B	191.00	193.50	2.50	Tufo	2.81	6.4	134	0.6	3.43	142	7.5	4.80
B	193.50	196.00	2.50	Tufo	2.45	3.9	278	0.2	3.83	33	69.1	4.45
B	196.00	198.50	2.50	Tufo	2.53	7.3	213	0.2	3.49	32	75.2	4.30
B	198.50	201.00	2.50	Tufo	2.37	11.5	173	0.2	3.63	29	75.3	4.24
B	201.00	203.50	2.50	Tufo	2.69	12.4	241	0.2	2.46	36	77.2	4.27
B	203.50	206.00	2.50	Tufo	2.73	17.4	222	0.2	3.18	45	69.4	4.58
B	206.00	208.50	2.50	Tufo	2.73	18.1	228	0.2	2.58	53	54.6	4.38
B	208.50	211.00	2.50	Tufo	2.85	16.6	103	0.2	3.05	52	48.9	4.55
B	211.00	213.50	2.50	Tufo	2.43	11.5	87	0.1	3.51	32	65.3	4.16
B	213.50	216.00	2.50	Tufo	2.48	5.0	66	0.0	4.26	30	70.8	4.31
B	216.00	218.55	2.55	Tufo	2.31	18.8	91	0.1	4.10	28	69.4	4.02
SOMA					283.330	2426.500	22848.000	85.000	293.670	3693.000	6906.700	539.980
MÉDIA					2.553	21.860	205.838	0.766	2.646	33.270	62.223	4.865
FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
C	0.00	1.90	1.90	Solo	1.53	21.7	236	0.6	0.17	20	31.8	2.73
C	1.90	4.50	2.60	Saprolito Traquítico	0.70	24.5	111	8.3	0.34	14	9.0	2.59

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
B	141.00	143.50	2.50	Tufo	0.16	24	2.14	810	0.0	0.030	18.5	0.129
B	143.50	146.00	2.50	Tufo	0.13	16	2.80	998	0.1	0.034	27.0	0.102
B	146.00	148.50	2.50	Tufo	0.12	19	2.77	1023	0.0	0.034	27.2	0.101
B	148.50	151.00	2.50	Tufo	0.10	18	2.76	1025	0.2	0.038	26.1	0.102
B	151.00	153.50	2.50	Tufo	0.09	16	2.73	992	0.3	0.036	24.5	0.109
B	153.50	156.00	2.50	Tufo	0.06	19	2.95	1050	0.2	0.039	27.1	0.111
B	156.00	158.50	2.50	Tufo	0.06	18	2.89	1148	0.0	0.041	25.5	0.115
B	158.50	161.00	2.50	Tufo	0.09	20	3.06	1486	0.2	0.036	28.1	0.112
B	161.00	163.50	2.50	Tufo	0.02	18	3.09	1362	0.2	0.038	27.9	0.113
B	163.50	166.00	2.50	Tufo	0.02	18	2.86	1320	0.2	0.043	25.2	0.111
B	166.00	168.50	2.50	Tufo	0.09	23	2.64	1417	0.2	0.034	24.7	0.109
B	168.50	171.00	2.50	Tufo	0.11	26	2.52	1402	0.1	0.033	25.0	0.118
B	171.00	173.50	2.50	Tufo	0.15	26	2.17	1483	1.1	0.032	24.0	0.104
B	173.50	176.00	2.50	Tufo	0.18	25	2.25	1045	5.0	0.039	24.6	0.112
B	176.00	178.50	2.50	Tufo	0.23	34	2.76	1034	2.4	0.037	104.7	0.141
B	178.50	181.00	2.50	Tufo	0.15	43	2.79	1298	1.1	0.026	125.9	0.151
B	181.00	183.50	2.50	Tufo	0.40	39	2.18	807	1.2	0.050	124.9	0.155
B	183.50	186.00	2.50	Tufo	0.34	37	2.64	594	1.3	0.064	116.6	0.154
B	186.00	188.50	2.50	Tufo	0.08	23	2.31	1201	0.3	0.042	27.6	0.120
B	188.50	191.00	2.50	Tufo	0.08	29	2.79	712	0.9	0.041	132.9	0.153
B	191.00	193.50	2.50	Tufo	0.09	30	2.24	1360	0.3	0.043	96.1	0.130
B	193.50	196.00	2.50	Tufo	0.17	26	1.71	948	0.1	0.042	16.9	0.133
B	196.00	198.50	2.50	Tufo	0.11	22	1.88	1065	0.2	0.044	16.6	0.144
B	198.50	201.00	2.50	Tufo	0.14	24	1.74	1159	0.2	0.043	15.9	0.137
B	201.00	203.50	2.50	Tufo	0.07	19	1.97	1064	0.1	0.067	16.3	0.143
B	203.50	206.00	2.50	Tufo	0.08	23	2.02	1219	0.2	0.059	19.1	0.137
B	206.00	208.50	2.50	Tufo	0.07	19	2.05	1196	0.1	0.066	20.1	0.131
B	208.50	211.00	2.50	Tufo	0.07	20	2.23	1323	0.1	0.057	19.7	0.128
B	211.00	213.50	2.50	Tufo	0.14	25	1.74	1051	0.2	0.047	16.9	0.148
B	213.50	216.00	2.50	Tufo	0.15	26	1.85	944	0.1	0.052	17.2	0.138
B	216.00	218.55	2.55	Tufo	0.15	24	1.72	899	1.0	0.051	15.7	0.132
SOMA					18.040	3035.000	180.320	125320.000	102.600	3.208	2438.900	14.777
MÉDIA					0.163	27.342	1.625	1129.009	0.924	0.029	21.972	0.133
FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
C	0.00	1.90	1.90	Solo	0.15	24	0.46	652	0.5	0.026	12.3	0.039
C	1.90	4.50	2.60	Saprolito Traquítico	0.06	32	0.52	407	0.4	0.046	7.1	0.086

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
B	141.00	143.50	2.50	Tufo	16.8	0.05	0.3	253	2.3	0.014	76
B	143.50	146.00	2.50	Tufo	12.3	0.00	0.3	334	1.9	0.070	83
B	146.00	148.50	2.50	Tufo	11.8	0.00	0.3	401	1.8	0.040	86
B	148.50	151.00	2.50	Tufo	9.1	0.05	0.3	335	1.8	0.093	81
B	151.00	153.50	2.50	Tufo	10.4	0.10	0.3	315	1.9	0.116	78
B	153.50	156.00	2.50	Tufo	7.9	0.05	0.6	264	2.2	0.177	90
B	156.00	158.50	2.50	Tufo	12.6	0.00	0.8	242	2.0	0.149	108
B	158.50	161.00	2.50	Tufo	15.0	0.00	1.1	222	2.2	0.094	181
B	161.00	163.50	2.50	Tufo	10.7	0.00	1.4	184	2.5	0.073	176
B	163.50	166.00	2.50	Tufo	7.0	0.00	1.1	185	2.6	0.021	169
B	166.00	168.50	2.50	Tufo	7.7	0.00	0.9	200	2.1	0.009	161
B	168.50	171.00	2.50	Tufo	6.4	0.00	0.7	180	1.9	0.007	141
B	171.00	173.50	2.50	Tufo	8.8	0.20	1.5	170	1.7	0.004	132
B	173.50	176.00	2.50	Tufo	60.9	0.45	1.9	183	1.6	0.004	106
B	176.00	178.50	2.50	Tufo	15.3	0.00	0.7	286	6.1	0.104	106
B	178.50	181.00	2.50	Tufo	14.6	0.00	1.2	218	6.4	0.033	142
B	181.00	183.50	2.50	Tufo	26.5	0.00	0.6	258	8.5	0.164	95
B	183.50	186.00	2.50	Tufo	43.2	0.00	1.4	201	9.7	0.217	113
B	186.00	188.50	2.50	Tufo	15.1	0.00	1.0	185	2.5	0.037	162
B	188.50	191.00	2.50	Tufo	11.2	0.00	1.0	379	6.1	0.056	85
B	191.00	193.50	2.50	Tufo	5.2	0.00	0.5	223	5.8	0.021	131
B	193.50	196.00	2.50	Tufo	22.9	0.00	0.4	291	2.6	0.004	75
B	196.00	198.50	2.50	Tufo	12.3	0.00	0.6	230	2.8	0.018	107
B	198.50	201.00	2.50	Tufo	18.7	0.06	0.7	234	2.5	0.005	115
B	201.00	203.50	2.50	Tufo	12.7	0.00	1.4	123	3.1	0.017	128
B	203.50	206.00	2.50	Tufo	9.7	0.00	1.2	138	3.3	0.010	132
B	206.00	208.50	2.50	Tufo	10.6	0.00	1.0	119	3.0	0.010	145
B	208.50	211.00	2.50	Tufo	19.4	0.00	1.7	134	3.2	0.009	155
B	211.00	213.50	2.50	Tufo	31.7	0.00	1.7	193	2.6	0.006	117
B	213.50	216.00	2.50	Tufo	17.0	0.00	0.7	316	2.2	0.004	88
B	216.00	218.55	2.55	Tufo	17.3	0.08	0.7	250	2.2	0.003	83
SOMA					2256.500	15.730	156.200	18264.000	365.100	2.927	14843.000
MÉDIA					20.329	0.142	1.407	164.541	3.289	0.026	133.721
FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
C	0.00	1.90	1.90	Solo	32.5	0.00	3.0	96	5.2	0.046	79
C	1.90	4.50	2.60	Saprolito Traquítico	17.1	0.00	5.2	48	4.9	0.109	67

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
C	4.50	7.00	2.50	Traquito	0.87	16.8	103	0.2	0.27	11	24.7	2.47
C	7.00	9.50	2.50	Traquito	1.15	13.8	182	0.3	0.34	9	67.2	2.38
C	9.50	12.00	2.50	Traquito	1.06	9.5	250	0.2	0.29	7	158.1	2.28
C	12.00	14.50	2.50	Traquito	2.06	31.7	381	0.2	0.68	17	174.5	4.00
C	14.50	17.00	2.50	Tufo	2.86	6.8	141	0.1	3.25	34	78.8	4.66
C	17.00	19.50	2.50	Tufo	2.86	7.5	114	0.0	3.32	36	49.1	4.67
C	19.50	22.00	2.50	Tufo	2.18	7.3	241	0.1	2.73	31	58.4	3.91
C	22.00	24.50	2.50	Tufo	2.24	8.6	312	0.2	2.90	31	62.8	3.95
C	24.50	27.00	2.50	Tufo	2.56	8.3	139	0.1	3.78	35	74.1	4.58
C	27.00	28.00	1.00	Tufo	2.36	10.4	223	0.3	4.00	31	98.6	4.71
C	28.00	29.00	1.00	Tufo	4.24	13.6	84	0.5	0.75	100	32.1	9.89
C	29.00	30.00	1.00	Tufo	2.49	5.9	55	0.2	3.38	122	27.4	4.23
C	30.00	31.00	1.00	Tufo	1.92	14.7	77	0.0	4.47	31	33.9	4.01
C	31.00	33.50	2.50	Tufo	2.17	7.2	68	0.0	3.19	67	41.3	4.13
C	33.50	36.00	2.50	Tufo	2.16	9.2	250	0.1	3.40	33	72.5	3.72
C	36.00	38.50	2.50	Tufo	2.02	9.6	217	0.1	3.00	34	75.8	3.88
C	38.50	41.00	2.50	Tufo	1.44	8.6	184	0.1	2.70	22	76.4	3.30
C	41.00	43.50	2.50	Tufo	1.46	8.8	181	0.2	2.86	23	76.3	3.36
C	43.50	46.00	2.50	Tufo	2.09	8.8	128	0.1	2.68	30	56.0	4.02
C	46.00	47.00	1.00	Tufo	1.69	7.9	124	0.2	2.95	23	61.9	3.70
C	47.00	48.00	1.00	Tufo	1.97	9.8	121	0.3	2.44	22	58.3	4.33
C	48.00	49.00	1.00	Tufo	1.99	21.3	139	0.4	2.21	19	44.7	4.47
C	49.00	50.00	1.00	Tufo	2.29	13.1	73	0.3	1.41	19	41.5	5.56
C	50.00	51.00	1.00	Tufo	3.30	232.5	195	6.2	1.80	18	73.0	8.53
C	51.00	52.00	1.00	Tufo	1.58	9.6	337	0.1	3.54	14	66.3	3.62
C	52.00	53.00	1.00	Tufo	1.95	8.0	130	0.1	3.15	22	79.6	4.09
C	53.00	54.00	1.00	Tufo	1.58	8.2	181	0.2	3.08	14	51.7	3.52
C	54.00	56.50	2.50	Tufo	2.24	9.3	749	0.1	4.38	26	79.4	4.55
C	56.50	59.00	2.50	Tufo	2.01	7.8	111	0.0	3.00	20	72.9	4.07
C	59.00	61.50	2.50	Tufo	1.61	7.5	424	0.0	3.10	13	87.0	3.68
C	61.50	64.00	2.50	Tufo	2.58	14.8	134	0.2	3.76	97	49.8	4.33
C	64.00	66.50	2.50	Tufo	2.72	6.1	142	0.1	3.49	26	99.6	4.29
C	66.50	69.00	2.50	Tufo	2.65	4.6	93	0.0	3.74	26	64.3	4.28
C	69.00	70.00	1.00	Tufo	2.69	6.7	182	0.0	3.83	25	80.3	4.83
C	70.00	71.00	1.00	Tufo	2.28	7.7	180	0.1	5.65	22	101.9	4.32
C	71.00	72.00	1.00	Tufo	2.56	6.4	104	0.0	4.76	26	84.3	4.53
C	72.00	73.00	1.00	Tufo	2.11	4.3	369	0.0	4.76	16	144.4	3.59

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
C	4.50	7.00	2.50	Traquito	0.08	33	0.65	503	0.6	0.051	7.2	0.089
C	7.00	9.50	2.50	Traquito	0.17	38	0.64	518	0.2	0.029	7.1	0.100
C	9.50	12.00	2.50	Traquito	0.18	38	0.50	511	0.4	0.020	7.4	0.089
C	12.00	14.50	2.50	Traquito	0.21	36	1.21	687	0.7	0.006	9.9	0.132
C	14.50	17.00	2.50	Tufo	0.18	26	2.31	963	0.5	0.024	16.6	0.113
C	17.00	19.50	2.50	Tufo	0.14	23	2.22	1106	0.3	0.020	18.5	0.110
C	19.50	22.00	2.50	Tufo	0.22	27	1.86	793	0.2	0.020	14.8	0.118
C	22.00	24.50	2.50	Tufo	0.23	29	1.92	849	0.2	0.021	15.1	0.122
C	24.50	27.00	2.50	Tufo	0.16	29	2.32	1120	0.3	0.022	17.4	0.123
C	27.00	28.00	1.00	Tufo	0.22	32	1.60	1092	0.3	0.017	18.5	0.140
C	28.00	29.00	1.00	Tufo	0.08	40	2.71	1448	0.2	0.017	62.5	0.154
C	29.00	30.00	1.00	Tufo	0.08	39	2.45	936	0.7	0.022	82.3	0.151
C	30.00	31.00	1.00	Tufo	0.15	34	1.55	859	1.1	0.047	41.6	0.199
C	31.00	33.50	2.50	Tufo	0.09	30	2.33	745	1.0	0.041	55.2	0.169
C	33.50	36.00	2.50	Tufo	0.19	26	2.12	967	0.2	0.019	16.5	0.124
C	36.00	38.50	2.50	Tufo	0.19	26	2.05	839	0.2	0.024	15.4	0.126
C	38.50	41.00	2.50	Tufo	0.21	25	1.34	742	0.3	0.034	10.7	0.126
C	41.00	43.50	2.50	Tufo	0.21	26	1.36	778	0.2	0.034	11.4	0.126
C	43.50	46.00	2.50	Tufo	0.23	28	1.93	1051	0.3	0.037	14.2	0.132
C	46.00	47.00	1.00	Tufo	0.22	26	1.41	938	0.2	0.031	12.2	0.116
C	47.00	48.00	1.00	Tufo	0.22	31	1.50	1016	0.4	0.029	12.2	0.138
C	48.00	49.00	1.00	Tufo	0.19	27	1.32	1005	0.3	0.018	11.7	0.119
C	49.00	50.00	1.00	Tufo	0.20	28	1.38	941	0.4	0.020	12.0	0.136
C	50.00	51.00	1.00	Tufo	0.20	24	1.77	1342	0.8	0.009	14.4	0.135
C	51.00	52.00	1.00	Tufo	0.23	33	1.17	889	0.5	0.025	9.4	0.151
C	52.00	53.00	1.00	Tufo	0.22	34	1.45	811	0.4	0.020	14.6	0.135
C	53.00	54.00	1.00	Tufo	0.25	35	1.09	740	0.3	0.024	10.2	0.142
C	54.00	56.50	2.50	Tufo	0.21	35	1.74	969	0.5	0.025	16.2	0.134
C	56.50	59.00	2.50	Tufo	0.20	32	1.54	783	0.4	0.022	14.9	0.126
C	59.00	61.50	2.50	Tufo	0.16	36	1.28	690	0.3	0.020	11.5	0.132
C	61.50	64.00	2.50	Tufo	0.16	38	2.34	1129	0.7	0.026	77.3	0.161
C	64.00	66.50	2.50	Tufo	0.14	26	2.01	1122	0.4	0.018	16.9	0.107
C	66.50	69.00	2.50	Tufo	0.16	30	1.85	899	0.2	0.017	17.1	0.113
C	69.00	70.00	1.00	Tufo	0.18	36	1.85	759	0.2	0.020	17.0	0.158
C	70.00	71.00	1.00	Tufo	0.14	33	1.55	918	0.3	0.016	14.6	0.123
C	71.00	72.00	1.00	Tufo	0.19	33	1.70	867	0.3	0.016	16.7	0.143
C	72.00	73.00	1.00	Tufo	0.18	31	1.33	796	0.2	0.014	12.9	0.121

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
C	4.50	7.00	2.50	Traquito	11.5	0.00	3.5	33	4.4	0.050	87
C	7.00	9.50	2.50	Traquito	16.5	0.00	3.0	40	5.1	0.064	86
C	9.50	12.00	2.50	Traquito	15.0	0.00	1.8	28	4.0	0.010	63
C	12.00	14.50	2.50	Traquito	236.0	0.20	1.4	44	3.7	0.007	91
C	14.50	17.00	2.50	Tufo	12.7	0.00	1.2	100	2.4	0.013	147
C	17.00	19.50	2.50	Tufo	8.9	0.00	0.9	92	2.2	0.016	132
C	19.50	22.00	2.50	Tufo	14.5	0.00	1.2	99	2.6	0.016	96
C	22.00	24.50	2.50	Tufo	13.4	0.00	1.3	115	3.4	0.023	88
C	24.50	27.00	2.50	Tufo	15.6	0.00	1.4	147	3.0	0.030	122
C	27.00	28.00	1.00	Tufo	42.3	0.00	2.0	114	3.4	0.033	111
C	28.00	29.00	1.00	Tufo	4.8	0.00	0.6	27	4.3	0.013	175
C	29.00	30.00	1.00	Tufo	20.2	0.00	0.7	147	5.5	0.010	96
C	30.00	31.00	1.00	Tufo	192.5	0.00	2.0	140	2.0	0.054	108
C	31.00	33.50	2.50	Tufo	36.4	0.00	1.5	125	3.3	0.041	90
C	33.50	36.00	2.50	Tufo	9.8	0.00	1.2	116	3.2	0.029	88
C	36.00	38.50	2.50	Tufo	10.3	0.00	1.6	109	3.3	0.027	76
C	38.50	41.00	2.50	Tufo	11.5	0.00	1.9	125	3.7	0.038	71
C	41.00	43.50	2.50	Tufo	11.9	0.00	1.9	128	3.6	0.038	73
C	43.50	46.00	2.50	Tufo	10.1	0.00	2.3	120	3.6	0.035	111
C	46.00	47.00	1.00	Tufo	8.3	0.00	3.3	130	3.2	0.044	89
C	47.00	48.00	1.00	Tufo	20.4	0.00	3.0	75	3.9	0.081	112
C	48.00	49.00	1.00	Tufo	19.6	0.13	2.5	78	3.3	0.028	113
C	49.00	50.00	1.00	Tufo	51.5	0.00	2.0	58	3.7	0.031	103
C	50.00	51.00	1.00	Tufo	45.4	0.80	1.2	57	3.5	0.009	154
C	51.00	52.00	1.00	Tufo	11.8	0.00	3.1	181	4.4	0.026	88
C	52.00	53.00	1.00	Tufo	11.3	0.00	1.6	161	3.6	0.021	80
C	53.00	54.00	1.00	Tufo	12.0	0.00	2.1	130	4.3	0.020	80
C	54.00	56.50	2.50	Tufo	13.9	0.00	1.6	238	4.5	0.024	90
C	56.50	59.00	2.50	Tufo	10.3	0.00	0.9	157	3.0	0.013	80
C	59.00	61.50	2.50	Tufo	13.2	0.00	0.8	189	3.7	0.014	76
C	61.50	64.00	2.50	Tufo	14.0	0.00	1.3	158	5.4	0.048	124
C	64.00	66.50	2.50	Tufo	16.2	0.06	1.1	255	2.3	0.087	125
C	66.50	69.00	2.50	Tufo	7.3	0.00	0.3	292	2.6	0.004	106
C	69.00	70.00	1.00	Tufo	11.4	0.00	0.6	395	3.6	0.008	93
C	70.00	71.00	1.00	Tufo	12.5	0.00	0.7	571	3.2	0.012	79
C	71.00	72.00	1.00	Tufo	11.2	0.00	0.5	449	3.3	0.008	86
C	72.00	73.00	1.00	Tufo	12.1	0.00	0.8	496	2.8	0.003	69

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
C	73.00	74.00	1.00	Tufo	2.39	12.6	107	0.1	3.65	17	150.9	4.01
C	74.00	75.00	1.00	Tufo	2.38	14.1	75	0.1	4.49	26	69.9	4.16
C	75.00	76.00	1.00	Tufo	2.63	8.9	85	0.1	4.38	26	86.7	4.66
C	76.00	77.00	1.00	Tufo	2.55	7.6	538	0.1	5.40	29	48.3	4.47
C	77.00	78.00	1.00	Tufo	2.44	6.7	331	0.1	4.83	21	73.9	4.20
C	78.00	79.00	1.00	Tufo	2.22	7.4	464	0.1	5.32	19	60.0	3.97
C	79.00	80.00	1.00	Tufo	2.54	9.4	92	0.1	5.92	23	69.6	4.42
C	80.00	81.00	1.00	Tufo	2.54	5.8	73	0.1	4.62	21	80.1	4.46
C	81.00	82.00	1.00	Tufo	2.74	18.5	57	0.1	4.57	26	87.9	4.86
C	82.00	83.00	1.00	Tufo	2.60	18.1	54	0.1	4.10	22	82.4	4.63
C	83.00	84.00	1.00	Tufo	2.66	15.3	74	0.0	4.79	24	74.1	4.71
C	84.00	85.00	1.00	Tufo	2.44	9.6	63	0.0	4.25	20	82.3	4.35
C	85.00	86.00	1.00	Tufo	2.35	5.9	69	0.1	4.54	20	77.5	4.32
C	86.00	87.00	1.00	Tufo	2.51	12.1	278	0.1	4.43	22	78.8	4.49
C	87.00	88.00	1.00	Tufo	2.41	9.5	262	0.1	4.26	18	73.6	4.36
C	88.00	89.00	1.00	Tufo	2.28	11.6	108	0.2	3.95	19	78.4	4.25
C	89.00	90.00	1.00	Tufo	2.29	4.5	104	0.0	3.84	17	78.2	4.12
C	90.00	91.00	1.00	Tufo	2.96	5.5	167	0.1	4.66	37	81.9	5.22
C	91.00	92.00	1.00	Tufo	2.98	5.6	343	0.0	4.55	41	70.3	5.41
C	92.00	93.00	1.00	Tufo	2.91	3.8	308	0.1	4.61	34	77.4	5.16
C	93.00	94.00	1.00	Tufo	2.48	4.6	284	0.1	3.98	33	80.7	4.62
C	94.00	95.00	1.00	Tufo	2.58	4.5	752	0.0	5.10	39	74.5	4.66
C	95.00	96.00	1.00	Tufo	2.64	4.9	234	0.0	4.44	47	70.5	5.00
C	96.00	97.00	1.00	Tufo	2.71	5.7	291	0.0	4.56	48	69.1	5.07
C	97.00	98.00	1.00	Tufo	2.83	8.4	247	0.2	3.69	42	79.5	4.91
C	98.00	99.00	1.00	Tufo	2.60	28.5	164	0.2	3.25	37	82.6	4.77
C	99.00	100.00	1.00	Tufo	2.26	16.8	593	0.1	3.35	168	48.0	3.75
C	100.00	101.00	1.00	Tufo	1.77	29.4	181	0.1	1.59	98	36.1	3.05
C	101.00	102.00	1.00	Tufo	1.72	36.6	107	0.2	1.52	76	39.7	3.01
C	102.00	103.00	1.00	Tufo	1.78	30.0	103	0.2	1.39	83	34.6	2.99
C	103.00	104.00	1.00	Tufo	1.95	18.6	77	0.1	2.62	108	42.6	3.50
C	104.00	105.43	1.43	Tufo	2.68	7.9	208	0.0	3.03	45	67.3	5.03
C	105.43	107.00	1.57	Tufo	2.92	7.8	283	0.0	3.99	56	88.2	5.38
C	107.00	109.50	2.50	Tufo	2.93	11.8	235	0.1	3.97	59	55.4	5.11
C	109.50	112.00	2.50	Tufo	2.55	6.7	92	0.0	5.23	52	70.1	4.80
C	112.00	114.50	2.50	Tufo	2.67	6.9	403	0.0	4.73	52	64.8	5.03
C	114.50	117.00	2.50	Tufo	2.55	6.0	191	0.0	4.15	42	63.0	4.66

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
C	73.00	74.00	1.00	Tufo	0.21	34	1.53	709	0.6	0.016	13.7	0.140
C	74.00	75.00	1.00	Tufo	0.16	32	1.59	826	0.3	0.015	15.9	0.124
C	75.00	76.00	1.00	Tufo	0.17	33	1.81	847	0.4	0.019	15.8	0.144
C	76.00	77.00	1.00	Tufo	0.15	29	1.67	966	0.1	0.017	15.3	0.125
C	77.00	78.00	1.00	Tufo	0.16	32	1.53	893	0.4	0.019	13.8	0.123
C	78.00	79.00	1.00	Tufo	0.13	30	1.42	942	0.1	0.017	13.6	0.120
C	79.00	80.00	1.00	Tufo	0.17	33	1.56	1027	0.2	0.019	14.5	0.127
C	80.00	81.00	1.00	Tufo	0.17	33	1.47	913	0.3	0.023	14.6	0.128
C	81.00	82.00	1.00	Tufo	0.15	38	1.64	980	1.5	0.023	15.6	0.140
C	82.00	83.00	1.00	Tufo	0.14	35	1.51	878	1.7	0.025	13.7	0.135
C	83.00	84.00	1.00	Tufo	0.14	37	1.50	935	0.8	0.023	12.9	0.155
C	84.00	85.00	1.00	Tufo	0.16	36	1.32	833	0.5	0.023	13.2	0.133
C	85.00	86.00	1.00	Tufo	0.15	36	1.34	818	0.2	0.024	13.1	0.131
C	86.00	87.00	1.00	Tufo	0.15	35	1.45	877	0.8	0.022	13.3	0.147
C	87.00	88.00	1.00	Tufo	0.14	39	1.35	817	1.3	0.022	11.9	0.159
C	88.00	89.00	1.00	Tufo	0.16	34	1.32	767	1.6	0.028	12.0	0.140
C	89.00	90.00	1.00	Tufo	0.16	38	1.33	746	0.1	0.025	10.9	0.141
C	90.00	91.00	1.00	Tufo	0.16	31	1.92	1016	0.3	0.029	19.6	0.120
C	91.00	92.00	1.00	Tufo	0.13	29	2.07	963	0.2	0.019	22.7	0.108
C	92.00	93.00	1.00	Tufo	0.13	32	2.02	970	0.2	0.022	21.0	0.125
C	93.00	94.00	1.00	Tufo	0.12	29	1.76	896	0.3	0.023	19.2	0.123
C	94.00	95.00	1.00	Tufo	0.11	29	1.85	1030	0.2	0.019	21.0	0.115
C	95.00	96.00	1.00	Tufo	0.11	25	1.91	999	0.3	0.020	22.0	0.110
C	96.00	97.00	1.00	Tufo	0.10	27	2.07	1049	0.2	0.019	22.2	0.109
C	97.00	98.00	1.00	Tufo	0.09	27	2.17	976	1.3	0.023	19.7	0.119
C	98.00	99.00	1.00	Tufo	0.10	27	2.28	852	2.3	0.034	20.3	0.117
C	99.00	100.00	1.00	Tufo	0.04	33	2.64	647	2.1	0.040	109.9	0.138
C	100.00	101.00	1.00	Tufo	0.19	40	2.64	340	1.9	0.043	125.7	0.161
C	101.00	102.00	1.00	Tufo	0.15	39	2.44	356	2.0	0.038	119.3	0.160
C	102.00	103.00	1.00	Tufo	0.15	37	2.53	334	1.8	0.037	120.4	0.162
C	103.00	104.00	1.00	Tufo	0.06	33	2.37	594	1.4	0.042	109.7	0.141
C	104.00	105.43	1.43	Tufo	0.07	22	2.44	876	0.2	0.034	22.9	0.107
C	105.43	107.00	1.57	Tufo	0.07	20	2.44	1159	0.3	0.023	23.2	0.108
C	107.00	109.50	2.50	Tufo	0.04	21	2.43	1056	0.4	0.021	24.5	0.108
C	109.50	112.00	2.50	Tufo	0.11	23	2.06	1078	0.2	0.019	22.6	0.107
C	112.00	114.50	2.50	Tufo	0.10	25	2.45	1020	0.1	0.020	22.2	0.116
C	114.50	117.00	2.50	Tufo	0.13	29	2.22	911	0.3	0.022	21.1	0.115

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
C	73.00	74.00	1.00	Tufo	17.0	0.16	1.5	429	3.3	0.002	83
C	74.00	75.00	1.00	Tufo	15.1	0.43	0.3	477	2.5	0.003	81
C	75.00	76.00	1.00	Tufo	21.6	0.47	0.3	459	2.8	0.002	86
C	76.00	77.00	1.00	Tufo	11.2	0.50	0.2	4358	2.4	0.002	81
C	77.00	78.00	1.00	Tufo	10.7	0.43	0.2	887	2.7	0.002	79
C	78.00	79.00	1.00	Tufo	9.3	0.43	0.2	2122	2.5	0.002	68
C	79.00	80.00	1.00	Tufo	15.9	0.35	0.2	540	2.8	0.002	82
C	80.00	81.00	1.00	Tufo	34.5	0.09	0.2	430	2.9	0.002	80
C	81.00	82.00	1.00	Tufo	168.8	0.16	1.8	410	3.3	0.002	90
C	82.00	83.00	1.00	Tufo	200.3	0.09	0.9	322	3.4	0.002	84
C	83.00	84.00	1.00	Tufo	91.2	0.06	0.5	345	3.5	0.002	84
C	84.00	85.00	1.00	Tufo	23.4	0.08	0.2	343	2.9	0.002	78
C	85.00	86.00	1.00	Tufo	26.3	0.00	0.2	347	2.6	0.003	76
C	86.00	87.00	1.00	Tufo	17.1	0.08	0.1	358	3.3	0.003	81
C	87.00	88.00	1.00	Tufo	33.2	0.07	0.2	376	3.5	0.002	77
C	88.00	89.00	1.00	Tufo	47.0	0.08	1.1	322	3.0	0.003	75
C	89.00	90.00	1.00	Tufo	51.8	0.00	0.7	327	2.9	0.003	72
C	90.00	91.00	1.00	Tufo	75.7	0.00	0.3	379	2.4	0.003	95
C	91.00	92.00	1.00	Tufo	9.7	0.00	0.2	348	1.9	0.004	92
C	92.00	93.00	1.00	Tufo	12.5	0.00	0.2	350	2.2	0.004	85
C	93.00	94.00	1.00	Tufo	10.9	0.00	0.3	298	2.1	0.004	83
C	94.00	95.00	1.00	Tufo	7.9	0.00	0.2	389	1.9	0.004	81
C	95.00	96.00	1.00	Tufo	8.1	0.00	0.3	335	1.9	0.005	86
C	96.00	97.00	1.00	Tufo	12.1	0.00	0.2	319	2.0	0.004	91
C	97.00	98.00	1.00	Tufo	21.0	0.00	0.3	248	2.1	0.005	92
C	98.00	99.00	1.00	Tufo	97.3	0.07	0.5	203	2.1	0.004	91
C	99.00	100.00	1.00	Tufo	40.5	0.00	0.8	258	6.2	0.183	89
C	100.00	101.00	1.00	Tufo	13.2	0.00	0.5	161	13.2	0.238	61
C	101.00	102.00	1.00	Tufo	12.4	0.00	0.6	131	13.2	0.248	63
C	102.00	103.00	1.00	Tufo	13.6	0.00	0.6	127	12.7	0.252	62
C	103.00	104.00	1.00	Tufo	23.4	0.00	0.6	189	9.2	0.200	87
C	104.00	105.43	1.43	Tufo	39.5	0.00	0.7	231	2.4	0.090	117
C	105.43	107.00	1.57	Tufo	21.3	0.00	0.7	241	2.1	0.095	131
C	107.00	109.50	2.50	Tufo	15.9	0.00	0.9	223	2.3	0.032	126
C	109.50	112.00	2.50	Tufo	17.6	0.00	0.6	386	2.1	0.061	102
C	112.00	114.50	2.50	Tufo	9.9	0.00	0.4	402	2.2	0.033	90
C	114.50	117.00	2.50	Tufo	9.3	0.00	0.8	317	2.4	0.009	87

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
C	117.00	119.50	2.50	Tufo	2.36	6.1	147	0.1	3.65	28	73.4	4.34
C	119.50	122.00	2.50	Tufo	2.67	5.1	140	0.0	3.70	33	65.7	4.52
C	122.00	124.50	2.50	Tufo	2.32	5.1	204	0.0	3.82	25	64.1	4.21
C	124.50	127.00	2.50	Tufo	2.55	5.7	103	0.0	4.37	35	66.9	4.49
C	127.00	129.50	2.50	Tufo	2.63	6.2	135	0.1	3.82	31	50.0	4.30
C	129.50	130.50	1.00	Tufo	3.76	16.9	30	0.4	2.16	36	17.5	8.03
C	130.50	131.50	1.00	Tufo	4.31	9.9	29	1.0	0.61	41	19.1	11.04
C	131.50	134.00	2.50	Tufo	2.95	7.6	860	0.3	4.56	55	35.9	5.74
C	134.00	135.00	1.00	Tufo	2.56	7.0	65	0.2	3.77	25	40.1	4.35
C	135.00	136.00	1.00	Tufo	2.51	11.3	122	0.1	3.68	24	71.1	4.47
C	136.00	137.00	1.00	Tufo	2.43	10.2	99	0.0	4.01	24	57.5	4.25
C	137.00	138.00	1.00	Tufo	2.39	8.3	81	0.1	3.81	25	68.8	4.32
C	138.00	139.00	1.00	Tufo	2.37	10.4	108	0.0	3.92	28	71.0	4.15
C	139.00	140.00	1.00	Tufo	2.43	9.8	65	0.1	3.02	26	75.9	4.35
C	140.00	141.00	1.00	Tufo	2.37	15.2	159	0.1	3.30	21	87.7	4.22
C	141.00	143.50	2.50	Tufo	2.45	11.8	202	0.1	3.13	19	70.4	4.26
C	143.50	146.00	2.50	Tufo	2.73	5.2	775	0.0	3.79	28	68.0	4.81
C	146.00	148.50	2.50	Tufo	2.80	18.7	384	2.8	3.34	46	323.3	4.99
C	148.50	151.00	2.50	Tufo	2.55	5.4	1257	0.3	4.87	25	31.9	4.76
C	151.00	152.00	1.00	Tufo	1.80	8.8	987	0.2	3.81	27	82.0	3.76
C	152.00	153.00	1.00	Tufo	1.10	18.2	88	0.2	3.89	27	138.0	2.80
C	153.00	154.00	1.00	Tufo	0.90	19.6	730	0.2	4.34	5	129.1	2.47
C	154.00	155.00	1.00	Tufo	1.72	20.8	267	0.1	3.24	9	123.7	3.32
C	155.00	156.00	1.00	Tufo	1.38	7.2	316	0.2	3.57	6	41.1	2.89
C	156.00	157.00	1.00	Tufo	1.67	6.7	133	0.2	2.74	12	54.6	3.18
C	157.00	158.00	1.00	Tufo	1.90	6.2	315	0.1	4.15	155	31.5	3.27
C	158.00	159.00	1.00	Tufo	2.16	9.0	246	0.2	3.58	178	16.9	3.34
C	159.00	160.00	1.00	Tufo	2.22	20.1	100	2.4	1.42	42	85.5	4.38
C	160.00	161.00	1.00	Tufo	2.32	10.7	78	0.6	1.46	21	75.5	4.86
C	161.00	162.00	1.00	Tufo	2.08	7.8	90	0.2	2.71	19	85.9	3.85
C	162.00	163.00	1.00	Tufo	2.26	7.6	54	0.1	3.02	104	55.8	3.92
C	163.00	164.00	1.00	Tufo	1.85	9.6	322	0.2	3.77	190	34.7	3.30
C	164.00	165.00	1.00	Tufo	2.65	10.1	66	43.4	2.73	194	135.9	5.48
C	165.00	166.00	1.00	Tufo	2.82	59.8	64	11.9	1.15	179	571.9	6.65
C	166.00	167.00	1.00	Tufo	2.14	9.0	40	0.3	3.20	177	29.8	3.49
C	167.00	168.00	1.00	Tufo	3.12	27.9	122	1.8	0.93	86	97.3	7.74
C	168.00	169.00	1.00	Tufo	4.24	51.7	110	0.7	0.45	54	34.9	11.71

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
C	117.00	119.50	2.50	Tufo	0.14	33	1.94	845	0.3	0.024	17.0	0.126
C	119.50	122.00	2.50	Tufo	0.14	31	2.14	911	0.2	0.020	19.1	0.122
C	122.00	124.50	2.50	Tufo	0.14	33	1.85	908	0.3	0.022	15.6	0.130
C	124.50	127.00	2.50	Tufo	0.14	30	2.02	915	0.2	0.017	19.9	0.119
C	127.00	129.50	2.50	Tufo	0.13	31	2.11	923	0.2	0.014	18.7	0.127
C	129.50	130.50	1.00	Tufo	0.08	37	2.33	1454	0.2	0.012	18.1	0.109
C	130.50	131.50	1.00	Tufo	0.05	34	2.53	1850	0.2	0.015	19.8	0.126
C	131.50	134.00	2.50	Tufo	0.16	47	2.20	1359	0.3	0.021	73.9	0.182
C	134.00	135.00	1.00	Tufo	0.16	34	1.95	913	0.2	0.023	15.6	0.144
C	135.00	136.00	1.00	Tufo	0.15	35	1.86	885	1.6	0.022	14.6	0.143
C	136.00	137.00	1.00	Tufo	0.14	35	1.78	854	0.8	0.020	15.8	0.145
C	137.00	138.00	1.00	Tufo	0.14	34	1.82	852	0.3	0.023	16.2	0.145
C	138.00	139.00	1.00	Tufo	0.15	32	1.79	841	0.3	0.024	16.6	0.136
C	139.00	140.00	1.00	Tufo	0.16	31	1.77	816	0.3	0.028	14.8	0.130
C	140.00	141.00	1.00	Tufo	0.15	31	1.69	812	0.3	0.029	14.5	0.150
C	141.00	143.50	2.50	Tufo	0.16	30	1.69	756	0.8	0.032	15.0	0.128
C	143.50	146.00	2.50	Tufo	0.14	26	2.04	892	0.1	0.023	19.5	0.107
C	146.00	148.50	2.50	Tufo	0.17	27	2.01	907	1.0	0.025	38.8	0.137
C	148.50	151.00	2.50	Tufo	0.28	22	1.39	1096	0.5	0.036	28.0	0.184
C	151.00	152.00	1.00	Tufo	0.18	30	0.94	752	1.2	0.035	17.5	0.132
C	152.00	153.00	1.00	Tufo	0.18	32	0.50	632	1.6	0.035	15.2	0.125
C	153.00	154.00	1.00	Tufo	0.20	28	0.38	803	1.3	0.038	6.5	0.128
C	154.00	155.00	1.00	Tufo	0.18	32	0.88	660	0.6	0.038	9.9	0.135
C	155.00	156.00	1.00	Tufo	0.21	33	0.64	680	0.6	0.039	7.3	0.124
C	156.00	157.00	1.00	Tufo	0.17	33	0.97	626	0.4	0.042	11.4	0.130
C	157.00	158.00	1.00	Tufo	0.23	41	2.10	814	1.1	0.037	117.4	0.157
C	158.00	159.00	1.00	Tufo	0.32	43	2.61	704	1.2	0.034	135.4	0.160
C	159.00	160.00	1.00	Tufo	0.13	34	1.56	938	0.5	0.033	31.0	0.127
C	160.00	161.00	1.00	Tufo	0.14	29	1.43	1083	0.6	0.052	12.3	0.121
C	161.00	162.00	1.00	Tufo	0.16	30	1.45	1058	0.3	0.048	11.4	0.125
C	162.00	163.00	1.00	Tufo	0.09	36	2.07	1043	1.0	0.037	69.4	0.145
C	163.00	164.00	1.00	Tufo	0.23	39	2.67	831	1.1	0.038	139.8	0.165
C	164.00	165.00	1.00	Tufo	0.18	42	2.71	1121	1.0	0.025	139.4	0.159
C	165.00	166.00	1.00	Tufo	0.09	38	2.05	923	0.8	0.009	117.6	0.143
C	166.00	167.00	1.00	Tufo	0.29	46	2.47	815	0.8	0.036	133.8	0.174
C	167.00	168.00	1.00	Tufo	0.19	34	1.78	1192	0.6	0.024	54.0	0.137
C	168.00	169.00	1.00	Tufo	0.12	26	2.30	1633	0.3	0.024	23.9	0.108

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
C	117.00	119.50	2.50	Tufo	9.8	0.00	1.0	227	2.6	0.004	85
C	119.50	122.00	2.50	Tufo	7.5	0.00	0.4	245	1.9	0.003	98
C	122.00	124.50	2.50	Tufo	11.3	0.00	0.4	256	2.3	0.003	91
C	124.50	127.00	2.50	Tufo	14.4	0.00	0.7	294	2.0	0.003	100
C	127.00	129.50	2.50	Tufo	5.4	0.00	1.2	179	2.7	0.003	138
C	129.50	130.50	1.00	Tufo	5.2	0.13	0.8	111	2.8	0.007	191
C	130.50	131.50	1.00	Tufo	5.7	0.00	0.7	50	2.9	0.010	223
C	131.50	134.00	2.50	Tufo	8.5	0.06	0.7	322	3.0	0.032	171
C	134.00	135.00	1.00	Tufo	6.0	0.00	1.2	250	2.7	0.002	113
C	135.00	136.00	1.00	Tufo	7.9	0.00	1.2	285	3.5	0.003	111
C	136.00	137.00	1.00	Tufo	9.1	0.00	0.8	297	3.4	0.002	99
C	137.00	138.00	1.00	Tufo	6.8	0.00	0.5	279	3.3	0.002	95
C	138.00	139.00	1.00	Tufo	9.0	0.00	0.6	280	2.7	0.002	87
C	139.00	140.00	1.00	Tufo	5.9	0.07	0.2	216	2.7	0.003	81
C	140.00	141.00	1.00	Tufo	5.0	0.10	0.3	226	2.7	0.002	77
C	141.00	143.50	2.50	Tufo	58.2	0.10	0.6	234	2.1	0.002	87
C	143.50	146.00	2.50	Tufo	11.2	0.08	0.3	357	1.8	0.002	90
C	146.00	148.50	2.50	Tufo	80.9	0.17	3.9	279	2.5	0.005	108
C	148.50	151.00	2.50	Tufo	9.5	0.11	1.1	541	3.0	0.009	102
C	151.00	152.00	1.00	Tufo	10.6	0.08	1.7	613	2.9	0.004	91
C	152.00	153.00	1.00	Tufo	16.5	0.07	1.7	260	2.7	0.004	55
C	153.00	154.00	1.00	Tufo	14.3	0.32	5.1	6537	2.8	0.004	39
C	154.00	155.00	1.00	Tufo	15.1	0.05	4.0	223	2.7	0.002	88
C	155.00	156.00	1.00	Tufo	8.4	0.00	1.2	366	2.9	0.002	70
C	156.00	157.00	1.00	Tufo	6.8	0.00	1.2	274	3.0	0.002	80
C	157.00	158.00	1.00	Tufo	8.9	0.10	1.2	1636	7.7	0.064	90
C	158.00	159.00	1.00	Tufo	7.5	0.00	0.5	353	6.8	0.113	92
C	159.00	160.00	1.00	Tufo	47.2	0.18	1.2	107	3.6	0.014	133
C	160.00	161.00	1.00	Tufo	7.9	0.09	1.2	90	2.0	0.004	132
C	161.00	162.00	1.00	Tufo	15.7	0.00	0.8	117	2.1	0.003	100
C	162.00	163.00	1.00	Tufo	18.8	0.00	0.9	160	4.0	0.016	112
C	163.00	164.00	1.00	Tufo	18.3	0.00	0.8	242	6.7	0.139	100
C	164.00	165.00	1.00	Tufo	33.4	0.07	0.7	160	6.4	0.097	148
C	165.00	166.00	1.00	Tufo	195.6	0.67	1.6	96	3.9	0.011	196
C	166.00	167.00	1.00	Tufo	22.0	0.06	0.5	244	4.8	0.046	107
C	167.00	168.00	1.00	Tufo	31.1	0.33	0.7	99	3.5	0.009	156
C	168.00	169.00	1.00	Tufo	5.9	0.41	0.3	69	1.9	0.009	201

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
C	169.00	170.00	1.00	Tufo	3.82	9.3	67	1.9	2.40	66	167.5	8.36
C	170.00	171.00	1.00	Tufo	3.34	18.8	69	3.2	3.71	61	65.1	6.67
C	171.00	172.00	1.00	Tufo	3.94	24.1	458	1.7	1.68	61	73.4	10.07
C	172.00	173.00	1.00	Tufo	2.91	4.8	47	0.4	3.59	50	50.6	5.34
C	173.00	174.00	1.00	Tufo	2.91	4.1	64	0.2	4.48	81	42.8	5.91
C	174.00	176.50	2.50	Tufo	2.62	3.6	138	0.1	4.01	53	63.7	4.84
C	176.50	179.00	2.50	Tufo	2.54	3.9	79	0.0	3.62	40	74.8	4.64
C	179.00	181.50	2.50	Tufo	2.51	2.7	62	0.0	3.66	39	61.2	4.52
C	181.50	184.00	2.50	Tufo	2.41	2.2	396	0.0	4.71	37	54.3	4.19
C	184.00	186.50	2.50	Tufo	2.39	0.8	101	0.1	3.88	41	52.4	4.39
C	186.50	189.00	2.50	Tufo	2.48	1.0	74	0.0	3.88	43	77.8	4.62
C	189.00	191.50	2.50	Tufo	2.39	0.6	86	0.1	3.26	39	66.2	4.47
C	191.50	193.00	1.50	Tufo	2.75	1.7	130	0.2	3.43	53	36.3	5.36
C	193.00	194.00	1.00	Tufo	3.09	5.3	42	0.3	3.09	34	28.2	5.92
C	194.00	195.00	1.00	Tufo	3.02	3.6	87	0.2	2.40	38	26.4	6.09
C	195.00	196.00	1.00	Tufo	2.74	1.9	69	0.2	3.00	37	26.4	5.24
C	196.00	198.50	2.50	Tufo	2.25	1.0	217	0.1	4.00	33	65.5	4.12
C	198.50	201.00	2.50	Tufo	2.44	0.8	154	0.1	3.88	37	64.7	4.37
C	201.00	203.50	2.50	Tufo	2.45	0.8	108	0.1	4.23	38	66.8	4.44
C	203.50	206.00	2.50	Tufo	2.51	1.7	147	0.1	3.98	39	50.8	4.65
C	206.00	208.50	2.50	Tufo	2.37	1.3	353	0.1	4.10	40	71.2	4.51
C	208.50	211.00	2.50	Tufo	2.56	2.3	153	0.1	3.93	44	59.0	4.80
C	211.00	213.50	2.50	Tufo	2.60	2.6	95	0.1	4.03	46	67.1	4.83
C	213.50	216.00	2.50	Tufo	2.47	1.9	137	0.3	3.84	42	55.1	4.75
C	216.00	218.50	2.50	Tufo	2.50	1.3	111	0.0	3.60	45	52.6	4.55
C	218.50	221.00	2.50	Tufo	2.48	0.5	204	0.1	3.79	34	67.3	4.44
C	221.00	223.50	2.50	Tufo	2.26	1.0	365	0.1	3.86	31	68.3	4.11
C	223.50	226.00	2.50	Tufo	2.38	4.2	89	0.2	4.39	35	62.2	4.53
C	226.00	228.50	2.50	Tufo	2.48	4.2	83	0.3	4.50	35	64.5	4.57
C	228.50	231.00	2.50	Tufo	3.15	5.3	61	0.6	2.60	37	78.4	6.39
C	231.00	233.00	2.00	Tufo	4.29	7.4	283	1.0	0.70	41	73.1	9.75
C	233.00	234.00	1.00	Tufo	2.47	7.2	70	0.7	4.04	33	104.9	4.53
C	234.00	235.00	1.00	Tufo	2.38	4.4	111	0.1	4.45	36	58.5	4.24
C	235.00	236.00	1.00	Tufo	2.42	3.7	104	0.0	4.49	41	53.6	4.38
C	236.00	237.00	1.00	Tufo	2.36	4.1	188	0.1	4.42	33	59.5	4.30
C	237.00	238.00	1.00	Tufo	2.37	4.7	97	0.2	3.78	24	66.6	4.22
C	238.00	239.00	1.00	Tufo	2.92	9.2	88	0.7	2.19	27	95.4	5.82

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
C	169.00	170.00	1.00	Tufo	0.10	25	2.88	1691	0.3	0.031	28.2	0.100
C	170.00	171.00	1.00	Tufo	0.11	25	2.67	1698	0.2	0.031	26.9	0.108
C	171.00	172.00	1.00	Tufo	0.06	24	2.50	1829	0.3	0.037	23.9	0.102
C	172.00	173.00	1.00	Tufo	0.13	27	2.57	1434	0.3	0.041	24.3	0.107
C	173.00	174.00	1.00	Tufo	0.10	23	2.69	1420	0.3	0.039	28.0	0.107
C	174.00	176.50	2.50	Tufo	0.12	28	2.44	1057	0.3	0.039	22.1	0.119
C	176.50	179.00	2.50	Tufo	0.14	32	2.17	957	0.4	0.043	18.2	0.142
C	179.00	181.50	2.50	Tufo	0.13	32	2.08	962	0.2	0.040	17.9	0.134
C	181.50	184.00	2.50	Tufo	0.14	31	1.81	991	0.5	0.053	17.6	0.119
C	184.00	186.50	2.50	Tufo	0.14	29	1.96	978	0.3	0.053	19.3	0.114
C	186.50	189.00	2.50	Tufo	0.15	31	2.09	977	0.4	0.053	19.8	0.121
C	189.00	191.50	2.50	Tufo	0.15	30	1.90	905	0.6	0.052	19.9	0.114
C	191.50	193.00	1.50	Tufo	0.12	27	2.17	1251	0.4	0.052	24.3	0.112
C	193.00	194.00	1.00	Tufo	0.14	28	2.04	1493	0.8	0.052	18.7	0.122
C	194.00	195.00	1.00	Tufo	0.13	29	1.91	1366	0.3	0.059	19.3	0.127
C	195.00	196.00	1.00	Tufo	0.15	31	1.84	1307	0.2	0.053	19.3	0.119
C	196.00	198.50	2.50	Tufo	0.16	29	1.76	998	0.2	0.050	16.6	0.117
C	198.50	201.00	2.50	Tufo	0.16	30	1.93	931	0.4	0.055	18.0	0.118
C	201.00	203.50	2.50	Tufo	0.18	31	1.97	1021	0.4	0.055	18.3	0.125
C	203.50	206.00	2.50	Tufo	0.16	31	2.07	1083	0.2	0.054	19.9	0.122
C	206.00	208.50	2.50	Tufo	0.17	31	1.98	987	0.3	0.054	19.1	0.132
C	208.50	211.00	2.50	Tufo	0.17	30	2.17	953	0.3	0.057	22.1	0.122
C	211.00	213.50	2.50	Tufo	0.15	28	2.22	1000	0.3	0.059	21.9	0.116
C	213.50	216.00	2.50	Tufo	0.16	29	2.16	992	0.2	0.057	21.3	0.118
C	216.00	218.50	2.50	Tufo	0.13	26	2.08	930	0.3	0.056	21.0	0.106
C	218.50	221.00	2.50	Tufo	0.16	30	2.03	932	0.5	0.057	19.8	0.120
C	221.00	223.50	2.50	Tufo	0.18	29	1.80	838	0.2	0.056	17.4	0.120
C	223.50	226.00	2.50	Tufo	0.14	32	1.95	971	0.2	0.047	18.3	0.132
C	226.00	228.50	2.50	Tufo	0.14	31	1.96	1262	0.2	0.045	18.2	0.128
C	228.50	231.00	2.50	Tufo	0.11	31	2.07	1800	0.3	0.034	19.3	0.130
C	231.00	233.00	2.00	Tufo	0.09	28	2.15	1761	0.5	0.026	18.6	0.131
C	233.00	234.00	1.00	Tufo	0.14	28	1.94	1434	0.2	0.042	19.2	0.122
C	234.00	235.00	1.00	Tufo	0.14	29	2.00	1024	0.3	0.047	19.5	0.124
C	235.00	236.00	1.00	Tufo	0.14	25	1.99	915	0.2	0.046	21.2	0.109
C	236.00	237.00	1.00	Tufo	0.14	28	1.95	947	0.1	0.046	20.3	0.121
C	237.00	238.00	1.00	Tufo	0.16	31	1.84	961	0.2	0.047	16.9	0.141
C	238.00	239.00	1.00	Tufo	0.13	26	2.00	1405	0.0	0.034	17.6	0.135

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
C	169.00	170.00	1.00	Tufo	37.2	0.10	0.5	169	1.8	0.008	211
C	170.00	171.00	1.00	Tufo	18.0	0.27	0.6	174	2.0	0.004	181
C	171.00	172.00	1.00	Tufo	90.1	0.29	0.3	191	1.9	0.009	217
C	172.00	173.00	1.00	Tufo	13.2	0.05	0.7	207	1.8	0.005	144
C	173.00	174.00	1.00	Tufo	14.8	0.00	0.6	302	1.7	0.005	137
C	174.00	176.50	2.50	Tufo	46.9	0.00	0.4	349	1.9	0.005	113
C	176.50	179.00	2.50	Tufo	19.7	0.00	0.7	239	2.3	0.005	116
C	179.00	181.50	2.50	Tufo	18.4	0.00	0.4	251	2.5	0.003	108
C	181.50	184.00	2.50	Tufo	15.9	0.00	1.3	257	2.7	0.004	99
C	184.00	186.50	2.50	Tufo	13.3	0.00	0.5	257	2.4	0.004	100
C	186.50	189.00	2.50	Tufo	23.4	0.00	0.4	281	2.2	0.005	104
C	189.00	191.50	2.50	Tufo	15.2	0.00	0.5	199	2.4	0.005	100
C	191.50	193.00	1.50	Tufo	19.8	0.00	0.5	233	2.1	0.007	119
C	193.00	194.00	1.00	Tufo	6.8	0.09	0.7	170	2.2	0.004	134
C	194.00	195.00	1.00	Tufo	6.6	0.06	0.3	153	2.4	0.005	133
C	195.00	196.00	1.00	Tufo	8.3	0.00	0.3	188	2.1	0.004	123
C	196.00	198.50	2.50	Tufo	11.0	0.00	0.7	313	2.2	0.003	92
C	198.50	201.00	2.50	Tufo	11.6	0.00	0.5	316	2.3	0.003	91
C	201.00	203.50	2.50	Tufo	21.6	0.00	0.7	337	2.3	0.003	92
C	203.50	206.00	2.50	Tufo	14.8	0.00	0.7	311	2.3	0.003	95
C	206.00	208.50	2.50	Tufo	15.6	0.00	0.7	352	2.6	0.005	95
C	208.50	211.00	2.50	Tufo	16.9	0.00	0.8	342	2.3	0.005	94
C	211.00	213.50	2.50	Tufo	25.0	0.00	0.9	393	2.2	0.004	95
C	213.50	216.00	2.50	Tufo	15.5	0.00	1.1	343	2.3	0.004	93
C	216.00	218.50	2.50	Tufo	28.9	0.00	1.0	300	2.0	0.004	91
C	218.50	221.00	2.50	Tufo	17.6	0.00	0.6	380	2.7	0.003	92
C	221.00	223.50	2.50	Tufo	12.0	0.00	0.6	345	3.1	0.003	86
C	223.50	226.00	2.50	Tufo	14.2	0.00	0.8	357	2.8	0.003	109
C	226.00	228.50	2.50	Tufo	11.6	0.00	0.4	335	2.7	0.003	115
C	228.50	231.00	2.50	Tufo	8.2	0.00	0.3	179	2.7	0.004	156
C	231.00	233.00	2.00	Tufo	2.3	0.06	0.2	61	2.6	0.007	196
C	233.00	234.00	1.00	Tufo	15.2	0.00	0.5	307	2.3	0.003	121
C	234.00	235.00	1.00	Tufo	31.4	0.00	0.5	397	2.4	0.003	95
C	235.00	236.00	1.00	Tufo	17.6	0.00	0.4	429	2.2	0.002	87
C	236.00	237.00	1.00	Tufo	43.6	0.00	0.4	401	2.3	0.002	91
C	237.00	238.00	1.00	Tufo	11.8	0.00	0.4	330	3.0	0.003	96
C	238.00	239.00	1.00	Tufo	5.2	0.18	0.3	152	2.8	0.004	150

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
C	239.00	240.00	1.00	Tufo	3.71	12.9	314	2.1	0.69	44	95.7	8.08
C	240.00	241.00	1.00	Tufo	4.03	302.6	38	1.6	0.72	33	53.2	9.26
C	241.00	242.00	1.00	Tufo	3.40	11.3	29	1.1	1.98	39	71.0	6.65
C	242.00	243.00	1.00	Tufo	4.47	153.5	135	2.6	0.74	51	57.6	11.37
C	243.00	244.00	1.00	Tufo	3.94	24.1	54	2.0	0.91	48	66.8	9.85
C	244.00	245.00	1.00	Tufo	3.38	10.1	126	1.3	1.69	46	118.5	6.85
C	245.00	246.00	1.00	Tufo	4.28	25.0	37	0.9	0.77	46	32.6	10.27
C	246.00	247.00	1.00	Tufo	4.58	186.2	16	2.4	0.88	43	20.2	10.59
C	247.00	249.50	2.50	Tufo	2.76	5.8	295	0.3	3.96	37	77.7	4.68
C	249.50	252.00	2.50	Tufo	2.68	4.1	320	0.1	4.38	39	65.9	4.47
C	252.00	254.50	2.50	Tufo	2.43	3.9	229	0.1	4.14	37	68.7	4.11
C	254.50	257.00	2.50	Tufo	2.55	3.8	318	0.0	4.42	36	66.4	4.19
C	257.00	259.50	2.50	Tufo	2.43	3.1	293	0.0	4.05	32	64.3	4.09
C	259.50	262.00	2.50	Tufo	2.47	3.3	313	0.0	4.04	28	67.5	4.14
C	262.00	264.50	2.50	Tufo	2.32	3.5	174	0.1	3.99	23	67.2	3.90
C	264.50	267.00	2.50	Tufo	2.10	3.4	125	0.0	3.93	22	63.3	3.68
C	267.00	269.50	2.50	Tufo	2.03	2.8	162	0.0	4.20	17	62.2	3.62
C	269.50	272.00	2.50	Tufo	2.15	4.7	185	0.1	4.28	11	65.2	3.66
C	272.00	274.50	2.50	Tufo	2.16	6.4	138	0.1	4.32	12	63.6	3.62
C	274.50	277.00	2.50	Tufo	2.21	2.8	164	0.0	4.20	12	65.0	3.65
C	277.00	279.50	2.50	Tufo	2.31	3.1	193	0.0	4.38	13	66.6	3.83
C	279.50	282.05	2.55	Tufo	2.29	2.9	223	0.0	4.28	13	64.3	3.71
SOMA					428.780	2490.500	33723.000	120.400	579.340	7039.000	12366.700	826.540
MEDIA					2.492906977	14.47965116	196.0639535	0.7	3.368255814	40.9244186	71.8994186	4.805465116

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %
C	239.00	240.00	1.00	Tufo	0.08	20	2.23	1555	0.3	0.021	20.6	0.119
C	240.00	241.00	1.00	Tufo	0.11	10	1.93	1461	0.4	0.025	21.0	0.112
C	241.00	242.00	1.00	Tufo	0.13	19	2.25	1654	0.1	0.041	21.4	0.112
C	242.00	243.00	1.00	Tufo	0.08	20	2.28	1912	0.6	0.032	21.7	0.107
C	243.00	244.00	1.00	Tufo	0.11	26	2.15	1741	0.3	0.032	20.8	0.124
C	244.00	245.00	1.00	Tufo	0.12	20	2.22	1441	0.3	0.034	21.7	0.120
C	245.00	246.00	1.00	Tufo	0.09	14	2.18	1511	0.9	0.038	20.1	0.116
C	246.00	247.00	1.00	Tufo	0.10	10	1.97	1074	4.4	0.041	18.5	0.108
C	247.00	249.50	2.50	Tufo	0.15	30	2.15	1218	0.2	0.054	19.7	0.123
C	249.50	252.00	2.50	Tufo	0.15	29	2.22	1047	0.3	0.054	19.6	0.116
C	252.00	254.50	2.50	Tufo	0.15	30	1.99	851	0.1	0.058	18.4	0.114
C	254.50	257.00	2.50	Tufo	0.14	31	2.05	886	0.2	0.060	18.2	0.114
C	257.00	259.50	2.50	Tufo	0.14	31	1.92	797	0.1	0.057	17.0	0.118
C	259.50	262.00	2.50	Tufo	0.14	32	1.89	809	0.3	0.060	16.9	0.124
C	262.00	264.50	2.50	Tufo	0.14	30	1.72	774	0.0	0.058	16.3	0.119
C	264.50	267.00	2.50	Tufo	0.15	28	1.49	715	0.2	0.072	14.8	0.113
C	267.00	269.50	2.50	Tufo	0.15	29	1.42	676	0.1	0.075	13.7	0.106
C	269.50	272.00	2.50	Tufo	0.16	30	1.34	676	0.2	0.072	13.0	0.118
C	272.00	274.50	2.50	Tufo	0.15	30	1.28	678	0.1	0.069	11.9	0.113
C	274.50	277.00	2.50	Tufo	0.17	28	1.34	710	0.2	0.081	12.5	0.109
C	277.00	279.50	2.50	Tufo	0.16	29	1.40	720	0.1	0.079	13.1	0.122
C	279.50	282.05	2.55	Tufo	0.17	28	1.39	684	0.2	0.087	13.0	0.111
SOMA					25.840	5229.000	317.350	168224.000	86.500	5.860	4517.300	21.818
MEDIA					0.150232558	30.40116279	1.84505814	978.0465116	0.502906977	0.034069767	26.26337209	0.126848837

APÊNDICE B

Análises químicas. Células pintadas de verde representam valores baixos, amarelo valores centrais e em vermelho valores altos, referentes ao percentil central.

FURO	DE	ATÉ	INTERV	LITOLOGIA	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
C	239.00	240.00	1.00	Tufo	4.3	0.25	0.4	55	2.3	0.007	191
C	240.00	241.00	1.00	Tufo	4.2	0.67	0.3	49	1.9	0.004	191
C	241.00	242.00	1.00	Tufo	15.9	0.14	0.4	145	2.4	0.003	205
C	242.00	243.00	1.00	Tufo	14.0	0.53	0.3	56	2.0	0.012	215
C	243.00	244.00	1.00	Tufo	5.2	0.34	0.4	58	2.6	0.011	197
C	244.00	245.00	1.00	Tufo	4.7	0.21	0.7	99	2.2	0.005	182
C	245.00	246.00	1.00	Tufo	3.4	0.37	0.4	51	1.9	0.008	195
C	246.00	247.00	1.00	Tufo	6.5	0.62	0.2	58	1.7	0.003	207
C	247.00	249.50	2.50	Tufo	12.8	0.00	0.5	289	2.4	0.002	118
C	249.50	252.00	2.50	Tufo	9.2	0.00	0.5	372	2.4	0.003	102
C	252.00	254.50	2.50	Tufo	8.9	0.00	0.7	395	2.8	0.003	89
C	254.50	257.00	2.50	Tufo	9.0	0.00	0.6	428	2.6	0.002	78
C	257.00	259.50	2.50	Tufo	7.3	0.00	0.4	394	2.7	0.002	69
C	259.50	262.00	2.50	Tufo	7.7	0.00	0.6	406	3.0	0.002	72
C	262.00	264.50	2.50	Tufo	7.0	0.00	1.0	378	3.0	0.002	72
C	264.50	267.00	2.50	Tufo	7.8	0.00	0.7	384	2.8	0.002	64
C	267.00	269.50	2.50	Tufo	8.3	0.00	0.5	461	2.4	0.001	63
C	269.50	272.00	2.50	Tufo	12.0	0.00	0.4	507	2.5	0.001	67
C	272.00	274.50	2.50	Tufo	17.0	0.10	0.6	541	2.7	0.002	66
C	274.50	277.00	2.50	Tufo	9.2	0.00	0.4	675	2.4	0.001	64
C	277.00	279.50	2.50	Tufo	9.3	0.00	0.6	788	2.6	0.002	65
C	279.50	282.05	2.55	Tufo	10.1	0.00	0.4	822	2.5	0.002	68
SOMA					3986.400	12.320	159.600	58735.000	539.300	3.578	18120.000
MÉDIA					23.17674419	0.071627907	0.927906977	341.4825581	3.135465116	0.020802326	105.3488372

APÊNDICE C

Correlação entre os dados do testemunho A

	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm
Al %	1.000000											
As ppm	0.331268	1.000000										
Ba ppm	0.077731	-0.022730	1.000000									
Bi ppm	0.010231	0.231015	-0.060116	1.000000								
Ca %	0.150270	-0.117200	0.385018	-0.222706	1.000000							
Cr ppm	0.451250	0.204863	0.302084	-0.052928	0.257926	1.000000						
Cu ppm	0.053097	0.360493	-0.055982	0.621375	-0.170962	-0.036436	1.000000					
Fe %	0.896394	0.458539	0.045531	0.138698	-0.057069	0.257294	0.183778	1.000000				
K %	-0.182335	-0.038773	0.435276	-0.071923	0.256575	0.181892	-0.071205	-0.315243	1.000000			
La ppm	-0.057923	-0.114010	0.499693	-0.121740	0.498736	0.480146	-0.122970	-0.161551	0.504969	1.000000		
Mg %	0.757879	0.175106	0.242439	-0.090165	0.477211	0.799771	-0.049180	0.524218	-0.024504	0.324422	1.000000	
Mn ppm	0.791312	0.158280	0.130467	-0.067979	0.302014	0.273027	-0.038466	0.768602	-0.271812	-0.028342	0.578166	1.000000
Mo ppm	0.330547	0.186714	0.033832	0.078254	-0.067062	0.226730	0.123156	0.325454	0.021160	0.010442	0.255663	0.288269
Na %	-0.057349	-0.113890	0.271168	-0.052446	0.438603	0.078227	-0.048801	0.019272	-0.024518	0.506803	0.131535	0.089758
Ni ppm	0.353188	0.157797	0.520410	-0.056813	0.487845	0.853672	-0.030798	0.210743	0.389812	0.795019	0.713253	0.264804
P %	0.419396	0.038536	0.557908	-0.117311	0.698140	0.531464	-0.071545	0.267826	0.410411	0.796013	0.645686	0.392309
Pb ppm	-0.099880	0.093375	0.026980	0.569133	-0.288437	-0.064714	0.430787	0.056530	0.015386	0.017340	-0.189855	-0.116352
S %	0.372596	0.878451	-0.038214	0.303210	-0.136251	0.052929	0.512582	0.547348	-0.061813	-0.155588	0.106746	0.260601
Sb ppm	-0.082128	0.016358	-0.011708	-0.063418	0.061697	-0.059059	-0.025786	-0.131037	-0.055481	0.031456	-0.051058	-0.114219
Sr ppm	0.106191	-0.138846	0.164920	-0.200583	0.814044	0.173755	-0.151911	-0.059700	-0.004728	0.258855	0.385600	0.217804
Th ppm	-0.292058	-0.052052	-0.056361	0.010578	-0.296733	0.290716	-0.010027	-0.332765	0.092919	0.311487	-0.047136	-0.363448
Ti %	0.149654	0.062614	0.592820	-0.070341	0.475002	0.726556	-0.058856	0.031436	0.517107	0.745811	0.597073	0.090581
Zn ppm	0.631399	0.242065	0.231955	0.113185	0.093905	0.379573	0.089065	0.673217	-0.098430	0.277155	0.497902	0.609955

APÊNDICE C

Correlação entre os dados do testemunho A

	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
Al %											
As ppm											
Ba ppm											
Bi ppm											
Ca %											
Cr ppm											
Cu ppm											
Fe %											
K %											
La ppm											
Mg %											
Mn ppm											
Mo ppm	1.000000										
Na %	-0.064356	1.000000									
Ni ppm	0.163093	0.381677	1.000000								
P %	0.137830	0.442214	0.827220	1.000000							
Pb ppm	0.021403	0.055997	0.011732	-0.057145	1.000000						
S %	0.214703	-0.116545	0.058550	0.056268	0.189973	1.000000					
Sb ppm	0.026897	0.143896	-0.004402	0.006825	-0.081106	-0.127514	1.000000				
Sr ppm	-0.066981	0.520376	0.278144	0.419264	-0.287336	-0.178041	0.101281	1.000000			
Th ppm	-0.026572	-0.189186	0.165098	-0.094574	0.019544	-0.142057	-0.101831	-0.320946	1.000000		
Ti %	0.137291	0.386447	0.869975	0.745551	-0.021137	-0.050583	-0.022091	0.264949	0.134065	1.000000	
Zn ppm	0.178749	0.287752	0.500359	0.490149	0.227041	0.295344	-0.065676	0.064126	-0.151834	0.281626	1.000000

APÊNDICE C

Correlação entre os dados do testemunho B.

	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm
Al %	1.000000											
As ppm	-0.172661	1.000000										
Ba ppm	0.061990	-0.071685	1.000000									
Bi ppm	-0.009093	0.112287	0.022746	1.000000								
Ca %	0.009499	-0.151765	0.163660	-0.320511	1.000000							
Cr ppm	0.275820	-0.189344	0.039898	-0.203842	0.231051	1.000000						
Cu ppm	-0.108103	0.679551	-0.127672	0.125356	-0.032224	-0.212205	1.000000					
Fe %	0.816163	0.086711	0.020356	0.237931	-0.337526	0.035532	0.002226	1.000000				
K %	-0.138620	0.051134	0.137084	0.134895	0.070962	-0.102326	-0.044534	-0.020040	1.000000			
La ppm	-0.168034	-0.386985	0.161144	0.099942	0.136740	0.093606	-0.348457	-0.232536	0.471923	1.000000		
Mg %	0.587718	-0.343605	-0.017140	-0.281213	0.493946	0.724702	-0.190193	0.202030	-0.232994	-0.078025	1.000000	
Mn ppm	0.477908	-0.411021	0.235614	0.249403	0.094549	0.051064	-0.329994	0.385234	0.008815	0.361717	0.262632	1.000000
Mo ppm	-0.085083	0.311712	0.189397	0.001981	0.040555	-0.061351	0.000814	0.028097	0.218312	0.100216	-0.204064	-0.026305
Na %	-0.025666	-0.158312	-0.124333	-0.378182	0.539710	0.261534	-0.037027	-0.405555	-0.123703	0.023346	0.388848	-0.160068
Ni ppm	0.199395	-0.108172	0.107709	-0.144892	0.081378	0.948115	-0.212089	0.054524	0.059330	0.184148	0.536009	-0.029597
P %	-0.027779	-0.031234	0.001805	-0.021441	0.177344	0.000525	-0.076098	-0.013813	0.576806	0.457736	-0.032848	-0.034158
Pb ppm	-0.250926	0.558164	-0.069676	-0.008536	0.224579	-0.139838	0.465449	-0.261528	0.083720	-0.002219	-0.166994	-0.287404
S %	0.018197	0.757412	-0.114459	0.304499	-0.348981	-0.217202	0.457827	0.407891	0.131333	-0.485899	-0.323577	-0.269048
Sb ppm	-0.356084	0.303247	-0.191356	0.295970	-0.012366	-0.232069	0.276298	-0.303791	0.076953	0.093094	-0.291300	-0.131028
Sr ppm	0.005284	-0.170359	0.048827	-0.347908	0.877192	0.334385	-0.029900	-0.336376	0.089323	0.184511	0.505218	-0.088641
Th ppm	-0.027975	-0.165899	0.154326	0.013342	-0.260722	0.545305	-0.281016	-0.070304	0.165638	0.478195	0.057813	0.027895
Ti %	0.078591	-0.054004	-0.036237	-0.288508	0.292118	0.419778	-0.035027	-0.127912	0.079716	-0.038138	0.467632	-0.238091
Zn ppm	0.531828	0.075030	0.020575	0.191409	-0.375315	-0.026561	-0.037902	0.596023	-0.064102	-0.015212	0.043642	0.481316

APÊNDICE C

Correlação entre os dados do testemunho B.

	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
Al %											
As ppm											
Ba ppm											
Bi ppm											
Ca %											
Cr ppm											
Cu ppm											
Fe %											
K %											
La ppm											
Mg %											
Mn ppm											
Mo ppm	1.000000										
Na %	-0.077469	1.000000									
Ni ppm	-0.008548	0.130358	1.000000								
P %	0.100434	0.204272	0.094765	1.000000							
Pb ppm	0.312528	0.278298	-0.118586	0.195272	1.000000						
S %	0.289625	-0.417697	-0.134787	-0.058165	0.138236	1.000000					
Sb ppm	0.070582	0.106050	-0.221982	0.078509	0.548120	0.103881	1.000000				
Sr ppm	0.026763	0.567337	0.218265	0.192582	0.267859	-0.384095	0.030622	1.000000			
Th ppm	0.038763	0.071766	0.711989	0.181006	-0.041649	-0.251881	-0.043598	-0.088894	1.000000		
Ti %	-0.074568	0.558137	0.378857	0.187334	0.175041	-0.174168	0.002081	0.384421	0.241616	1.000000	
Zn ppm	-0.023501	-0.316010	0.015698	0.070382	0.038188	0.080287	0.031514	-0.461280	0.128578	-0.214219	1.000000

APÊNDICE C

Correlação entre os dados do testemunho C.

	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm
Al %	1.000000											
As ppm	0.350288	1.000000										
Ba ppm	-0.149784	-0.102087	1.000000									
Bi ppm	0.086187	0.148905	-0.087521	1.000000								
Ca %	-0.197818	-0.401138	0.248617	-0.194665	1.000000							
Cr ppm	0.155339	0.034950	-0.050092	0.396948	-0.127179	1.000000						
Cu ppm	-0.009937	0.041119	0.029902	0.288710	-0.051749	0.111469	1.000000					
Fe %	0.923008	0.467781	-0.146272	0.151982	-0.432932	0.129178	0.008354	1.000000				
K %	-0.473553	-0.106221	0.192391	-0.032228	0.180809	-0.057013	0.003811	-0.446747	1.000000			
La ppm	-0.405812	-0.362865	-0.003592	0.112250	0.142883	0.300355	0.062271	-0.414039	0.319352	1.000000		
Mg %	0.621288	0.026203	-0.159642	0.128182	0.010076	0.615031	-0.093476	0.456607	-0.344428	-0.109675	1.000000	
Mn ppm	0.821483	0.214315	-0.107168	0.106847	-0.215134	0.095091	-0.037735	0.832754	-0.371214	-0.410328	0.485937	1.000000
Mo ppm	-0.007582	0.337812	-0.015374	0.106174	-0.199923	0.310988	0.011435	0.033897	-0.037140	0.091143	0.046514	-0.217928
Na %	-0.157387	-0.158940	-0.077623	-0.088994	0.105207	-0.045890	-0.227111	-0.186374	-0.012146	-0.128085	-0.030507	-0.119769
Ni ppm	-0.022513	0.044421	-0.001409	0.341489	-0.139536	0.917780	0.061266	-0.039314	0.065333	0.448613	0.493856	-0.118881
P %	-0.086553	-0.049853	0.100969	0.089015	0.176017	0.353452	0.022914	-0.112411	0.360317	0.576674	0.151842	-0.142446
Pb ppm	-0.011335	0.084178	-0.063162	0.125614	-0.054740	0.092617	0.450834	0.009445	-0.034614	0.175428	-0.065905	-0.075552
S %	0.430849	0.687608	0.003506	0.196808	-0.279501	0.052998	0.283549	0.534977	-0.109061	-0.296450	-0.006529	0.337129
Sb ppm	-0.537822	-0.000692	0.116550	0.067659	-0.269682	-0.166405	0.168402	-0.328577	0.264813	0.066282	-0.521007	-0.302811
Sr ppm	-0.197403	-0.080314	0.351534	-0.060042	0.331627	-0.089277	0.034411	-0.191141	0.114966	0.014001	-0.235474	-0.116243
Th ppm	-0.359505	0.030847	-0.010861	0.143445	-0.269468	0.467453	-0.090968	-0.296305	0.203414	0.499747	0.092073	-0.434810
Ti %	-0.273130	0.042418	0.005066	0.136515	-0.260268	0.495171	-0.154032	-0.219401	0.014648	0.239549	0.241457	-0.330083
Zn ppm	0.818352	0.381256	-0.190798	0.232905	-0.516037	0.265226	0.082919	0.878703	-0.408886	-0.352146	0.509328	0.858408

APÊNDICE C

Correlação entre os dados do testemunho C.

	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Zn ppm
Al %											
As ppm											
Ba ppm											
Bi ppm											
Ca %											
Cr ppm											
Cu ppm											
Fe %											
K %											
La ppm											
Mg %											
Mn ppm											
Mo ppm	1.000000										
Na %	-0.045752	1.000000									
Ni ppm	0.410313	-0.023328	1.000000								
P %	0.295442	-0.167229	0.510238	1.000000							
Pb ppm	0.276299	-0.159893	0.089641	0.192924	1.000000						
S %	0.211812	-0.266940	0.007037	-0.031580	0.181384	1.000000					
Sb ppm	0.089982	-0.064723	-0.104525	-0.050082	0.137339	-0.075600	1.000000				
Sr ppm	0.019835	0.039816	-0.059297	0.018889	-0.061148	0.222574	0.165173	1.000000			
Th ppm	0.431859	-0.051056	0.720619	0.413467	0.009098	-0.121197	0.157489	-0.049144	1.000000		
Ti %	0.407091	-0.019468	0.694459	0.261407	-0.006628	-0.150093	0.153502	-0.095627	0.858482	1.000000	
Zn ppm	0.013489	-0.192504	0.092516	-0.083838	0.029233	0.445126	-0.187572	-0.273311	-0.226301	0.119445	1.000000

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
A	0.00	0.25	SA	Saprolito areno argiloso marrom, com presença de muitos fragmentos de rocha traquítica e grãos sub arredondados de Fk.
A	0.25	7.25	TQ	Traquito equigranular, constituído essencialmente por cristais subedrais a euedrais de feldspato potássico (80%), muitos alongados, com quantidades menores de plagioclásio. Rocha transicional, fortemente oxidada, com goethita e sericita também presentes. Alto fraturamento. Cor avermelhada, devido a presença de oxidação. Presença de arsenopirita (?) no intervalo.
A	7.25	19.05	AND	Andesito de cor verde escura, equigranular, composto principalmente por plagioclásios subedrais (80%) e anfibólios, também subedrais (20%). Alteração dada por Chl+Cal+Ser+Jar+Goe+Hem, sendo estas duas última encontradas principalmente em fraturas. Presença de sulfetos tais como: Py+CaPy+APy+Mo. Rocha fresca a partir de 12.00m. Contato abrupto e fraturado com o TQ, sendo impossível estabelecer ângulo. Presença de muitas vênulas de calcita, em grande parte difusas. Importante observar que grande parte dos plagioclásios são cálcicos.
A	19.05	23.70	TQ	Traquito intensamente oxidado e alterado por Ser+Chl. Presença também de calcita em vênulas, muitas destas difusas. Intervalo muito fraturado, com aspecto de brecha. Presença de fraturas com lineação. Provável zona de falha. Contato fraturado com ângulo aproximado de 15°.
A	23.70	26.00	AND	Andesito com contato fraturado no topo e na base. Ausência de sulfeto. Alteração dada por Ser+Chl+Cal+Hem. Calcita ocorre principalmente em vênulas.
A	26.00	40.26	TQ	Traquito com fraturamento moderado, com níveis de intensa alteração dada por Ser+Chl+Cly+Cal+Hem. Presença de sulfetos disseminados na rocha: Py+CaPy+Bo+Apy. De 34.70m a 34.90m: veio de quartzo fraturado, com intensa CaPy+Bo+Apy+Py. Oxidação presente.

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
A	40.26	41.10	AND	Intervalo restrito, intensamente fraturado, com contato abrupto na base. Alteração dada por Ser+Chl+Cal+Hem+Goe. Ausência de sulfeto.
A	41.10	43.35	TQ	Intervalo restrito de traquito, com contato abrupto no topo e 20° na base. Presença de pirita fina e disseminada. Alteração dada por: Chl+Cal+Ser+Hem+Goe. Fraturamento moderado.
A	43.35	48.30	AND	Andesito com contato de 20° na base e 30° no topo. Ausência de sulfeto. Alteração dada por Chl+Ser+Cal+Hem+Goe. Fraturamento baixo. Calcita também ocorre em vênulas.
A	48.30	77.70	TQ	Traquito com intensa hematita e fraturamento moderado. Pirita ocorre fina e disseminada a cúbica. Bornita também é observada. Calcita ocorre preenchendo fraturas e em vênulas. De 66.65m a 67.00m: aumento da alteração dada por Ser+Cal+Chl, com presença de veio de quartzo com intensa pirita e bornita. Em 72.00m veio de Cal+Hem+Ser+Chl com pirita intensa. De 76.50m a 76.70m: bornita intensa, com aumento de Py+Ser+Chl. Interessante notar a orientação dos cristais de Fk, grande parte alongados, e dos interstícios cristalinos preenchidos por Chl+Ser, principalmente a partir de 74.00m.

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
A	77.70	119.00	TL	<p>Tufo lítico, com presença de fragmentos de rocha traquítica e cristais de Fk, por vezes alongados e euedrais, por vezes subedrais a anedrais em contato transicional com o traquito.</p> <p>Intervalo com elevado grau de fraturamento. Rara pirita disseminada. Matriz fina, de coloração esverdeada nos níveis onde predomina a alteração Ser+Chl, a avermelhada nos níveis onde há concentração de hematita.</p> <p>De 88.00m a 90.00m o acamamento é interrompido na zona de falha, onde pirita é observada em maior quantidade.</p> <p>Em 98.86m: zona de falha indicada pelo alto grau de fraturamento e alteração.</p> <p>De 102.65m a 104.80m: intervalo muito fraturado com aumento considerável de Py+CaPy. Tufo de cor verde escura, com diminuição no acamamento. Calcita ocorre em vênulas e preenchendo fraturas. Presença de Ser+Chl como alteração. Veios de quartzo são observados. Provável zona de falha, podendo a rocha ser considerada um tufo soldado.</p> <p>De 108.00m a 119.00m: acamamento torna-se mais visível, com ângulos entre 60° e 65°. Aumento de hematita. Ausência de sulfeto até 119.00m.</p>
A	119.00	125.30	TS	<p>Tufo verde escuro, com muitas vênulas difusas de calcita. Presença de pirita cúbica. Aumento do fraturamento. Acamamento inexistente, a partir de 119.70m. Provavelmente este intervalo trata-se de um tufo soldado.</p>
A	125.30	181.25	TC	<p>A partir de 125.30m: tufo apresenta poucos fragmentos de rocha, com diminuição no acamamento. Pode ser classificado como tufo de cristal. Fraturamento moderado, com aumento de Chl+Ser e venulações de calcita. Pirita se faz presente em venulações de calcita, disseminada na rocha (pouco) e preenchendo fraturas.</p>
B	0.00	1.00	SO	<p>Em 144.60m o acamamento tem ângulo de 55°. Pirita é observada acompanhando o acamamento.</p>
B	1.00	3.80	SA	<p>A partir de 173.00m: pirita fina, acompanhando o acamamento e preenchendo fratura. Em 180.20 vênula com calcopirita.</p>

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
B	3.80	40.50	TL	<p>Tufo lítico contendo minerais subédricos de k-feldspato e fragmentos de rocha traquítica intensamente alterado e fraturado. Transicional entre traquito e tufo até 29.35m. Cor marrom a verde escuro. Presença de hematita e goethita nas fraturas e na rocha. Hematita também ocorre como cristal primário. Alteração hidrotermal evidenciada por Ser+Chl. Pirita ocorre de 7.0m a 8.0m disseminada e de 10.0m a 10.50m em zona de fratura com grande intensidade. A partir de 10.50m aparece disseminada na rocha, pontualmente. Devido a intensa alteração, o intervalo apresenta uma textura brechada. Grande parte dos feldspatos potássicos estão oxidados (argilizados), alguns também com halos de alteração evidentes.</p> <p>De 14.50m a 22.00m: zona intensamente alterada e fraturada, com alteração dada por Chl+Ser+Cly+Cal+Ank+Sil+Hem+Goe. Presença de pirita disseminada na rocha e nas fraturas. Veios de quartzo e calcita são comuns, alguns contendo pirita.</p> <p>Entre 14.50m e 17.50m o feldspato potássico está totalmente cloritizado. Intervalo de cor verde escura e textura tipo brecha.</p> <p>A partir de 28.30m a alteração diminui e a pirita desaparece.</p> <p>Aumento das fraturas a partir de 32.00m. De 34.70m a 35.00m: pirita ocorre em zona de fratura.</p>
B	40.50	218.55	TC	<p>Tufo de cristal composto por Fk (85%), Pla (5%) Maf (10%). Cor verde, no geral, com porções avermelhadas onde a hematita aumenta. Fraturamento médio. Pirita ausente até 78.00m. Contato transicional com o traquito. Alteração dada por Chl+Ser+Cal+Hem. Em algumas porções pontuais do intervalo observa-se acamamento.</p> <p>Presença de pirita cúbica e disseminada de 78.00m a 83.00m.</p> <p>A partir de 86.00m é observado que a quantidade de cristais aumenta, grande parte orientados.</p> <p>Em 90.22m presença de calcopirita preenchendo fratura.</p> <p>De 101.85m a 102.35m: zona de intensas venulações de Cal+Ank, grande parte com ângulos difusos.</p> <p>De 118.90m a 119.60m: intervalo com acamamento mais visível. Aumento de Ser+Chl, com presença de Goe.</p> <p>De 136.35m a 142.92m: acamamento torna-se mais visível e intenso.</p> <p>De 171.00m a 177.00m: zona muito fraturada com muito aumento de Ser+Chl+Cal, com surgimento de hematita. Provável zona de falha.</p> <p>De 178.30m a 182.60m: intensas venulações de calcita. Ocorrem diversas vênulas (20 a 25).</p> <p>De 198.54m a 200.00m: pirita é observada preenchendo três planos de fratura.</p>
C	0.00	0.70	SO	Solo marrom escuro, orgânico, com areia e predominância de frações finas (silte ou argila) e diminutas raízes.

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
C	0.70	1.90	SO	Solo marrom claro com mais partículas na fração areia e menos silte.
C	1.90	12.13	TQ	Traquito de coloração rosada, granulação crescente no intervalo variando de fina a média e contato com tufo de forma transicional. Alto grau de fraturamento. Quanto à sua composição, é formada por cristais subédricos a anédricos de KF e anédricos de Plg. A alteração é dada nos interstícios desses cristais e nas fraturas. Ausência de venulações e sulfetação.
C	12.13	18.80	TL	Tufo lítico alterado em goe + hem + cal + ser. A partir dos 15,00m a alteração se acentua em hem + cal em detrimento aos demais, que aparecem restritamente nas fraturas. Os fragmentos de rocha apresentam, em algumas porções, acamamento mais evidenciado, como em 14,93m. A venulação é incipiente a partir de 14,93m, com milimétrico preenchimento por cal com. Tufo lítico com vênulas de cal, estando estas coincidentes com as fraturas da rocha e muito difusas principalmente de 16,90 a 17,50m. Não há indícios de sulfetação.
C	18.80	24.40	TL	Tufo acamadado com níveis de alteração em ser + chl bem demarcados e comumente associados ao fraturamento. Presença de diversas vênulas de qtz/cal. Não sulfetado.
C	24.40	25.75	TL	Tufo lítico com as mesmas características do intervalo anterior apresentando contato gradacional com o tufo acamadado. Não sulfetado.
C	25.75	28.33	TL	Tufo acamadado com alteração restrita às fraturas exceto para a ser, que ocorre em todo o intervalo. Em 27,66m: Vênula de cal é mais expressiva. Sulfetação por Py ocorre nas fraturas no intervalo de 28,00 a 29,00m.
C	28.33	33.53	TS	Tufo soldado com ocorrência de cal disseminada e em vênulas.
C	33.53	61.64	TL	Tufo lítico acamadado com venulação associada apenas ao início do intervalo. Alto grau de fraturamento de 31,73 a 34,75m. Tufo lítico pouco alterado e venulado com planos de alteração que seguem o acamamento. Preenchimento das vênulas basicamente por cal + hem. Em 48,00m e na zona sulfetada a rocha é mais friável.
C	61.64	62.72	TS	Tufo soldado mais venulado em cal que os demais intervalos (15 vênulas ou filmes) e extremamente fresco, com alteração somente nas fraturas. Contato com o tufo lítico por fratura em 62,72m.

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
C	62.72	99.19	TC	Tufo acamadado com py no intervalo de 73,25 a 82,35m. Há grande quantidade de vênulas de cal. De 82,30 a 85,50m: acamamento bem evidente. De 82,60 a 90,46m: py associada ao fraturamento Em 90,46m: py associada ao acamamento.
C	99.19	104.10	TS	Tufo soldado sem sulfetação aparente. Pouco fraturado, venulado e alterado.
C	104.10	115.00	TL	Tufo lítico com granulação bem fina e alterado em ser + chl, não somente em fraturas, mas no intervalo inteiro. Sulfetação em vênula em 106,38m
C	115.00	149.43	TL	Tufo acamadado com níveis de alteração bem demarcados até 121,13m. De 131,93 a 139,33m: alteração mais rica em hem De 139,33 a 148,53m: Alteração mais rica em cal + ser De 143,22 a 149,30m a venulação ocorre difusa no intervalo, não apresentando direção preferencial De 148,53 a 149,43m: Novo enriquecimento de hem na zona de alteração Sulfetação ocorre por Py disseminada nos intervalos: 130,08-130,78m; 136,23-137,72m; 139,33-140,75m e isoladamente em 144,00m.
C	149.43	157.28	TC	Tufo acamadado avermelhado rico em hem como mineral de alteração e acamamento bem demarcado. Bastante venulado com alteração para Ser no entorno das vênulas. Sulfetos como py em 153,15m e em 156,90m.
C	157.28	159.13	TS	Tufo soldado em contato transicional com as rochas subjacente e sobrejacente.
C	159.13	162.54	TC	Tufo acamadado com níveis avermelhados referentes à presença de hematita no intervalo. Contato transicional com os tufos soldados. De 159,10 a 160,60m: sulfetação por py Em 160,00m: vênula de cal + py

APÊNDICE D

Descrição dos testemunhos de sondagem utilizados.

FURO	DE	ATÉ	LITO	DESCRIÇÃO
C	162.54	167.37	TS	Tufo soldado com veio de cal + hem + py com espessura de aproximadamente 15cm em 165,60m, onde se observa a presença de Covelita De 162,09 a 162,66 e de 164,53 a 169,11m: sulfetação disseminada por py e em vênulas de cal Em 165,86m: fratura com Py Em 164,77m: vênula com preenchimento em cal + hem + Py + Mo Em 167,33m: vênula com preenchimento em cal + hem + Py
C	167.37	282.05	TF	Tufo acamadado com acamamento mais visível de 167,37 a 171,00m. Sulfetação por py disseminada de 170,50 a 172,80m. Em 170,55m: vênula de cal + hem + ser + py Em 183,00m: vênula de cal + capy, estando a capy restrita a pouquíssimos pontos. Em 194,63m: vênula de cal + hem + py De 233.00m a 247.00m pirita ocorre em torno de 0.2%, disseminada na rocha e preenchendo fraturas. De 243.60m a 245.75m ocorre um intervalo com divesas vênulas de calcita.

LEGENDA: AND - Andesito; AS - Saprolito; SO - Solo; TC - Tufo a Cristal; TL - Tufo Lítico; TS - Tufo SoldadoTQ - Traquito;