

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**VICTOR HUGO VAZ DE BRITO**

**CONTROLE ESTRUTURAL DA MINERALIZAÇÃO DE ESTANHO DA MINA  
CAMPINAS, ENCRUZILHADA DO SUL - RS**

**CAÇAPAVA DO SUL**

**2016**



**VICTOR HUGO VAZ DE BRITO**

**CONTROLE ESTRUTURAL DA MINERALIZAÇÃO DE ESTANHO DA MINA  
CAMPINAS, ENCRUZILHADA DO SUL - RS**

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

Orientador: Prof. Dr. Felipe Guadagnin

**CAÇAPAVA DO SUL**

**2016**



**VICTOR HUGO VAZ DE BRITO**

**CONTROLE ESTRUTURAL DA MINERALIZAÇÃO DE ESTANHO DA MINA  
CAMPINAS, ENCRUZILHADA DO SUL - RS**

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

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 24 de junho de 2016.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Felipe Guadagnin  
Orientador  
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Tiago Rafael Gregory  
UNIPAMPA

---

Prof. Msc. Luiz Delfino Teixeira Albarnaz  
UNIPAMPA



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Joana e Hamilton, meu irmão Miltinho e minha namorada Débora pelo apoio durante todo esse período de graduação.

Aos meus colegas de graduação e principalmente os de república (Igor, Juliano, Caio, Ikaro e Everton) pela amizade, saídas de campo, festas e parcerias durante esses quase seis anos em Caçapava do Sul.

Agradeço especialmente ao Professor Felipe Guadagnin por ter aceito o convite pra ser Orientador deste trabalho, pela orientação, amizade e conselhos. A realização deste trabalho só foi possível graças a sua ajuda e parceria nas saídas de campo. E como diz a Marly Silva: “ Valeu Guada”.

Agradeço ao Everton pelo apoio durante o trabalho de campo.

Agradeço ao Professor Delfino pela indicação ao estágio.

Aos membros da banca do TCC I, Professor Delfino e o Professor Tiago Gregory pelos elogios e críticas construtivas que ajudaram a melhorar e complementar este trabalho.





## RESUMO

A Mina Campinas está localizada na região centro-leste do Escudo Sul-Rio-grandense e contém mineralizações de estanho associadas a Biotita Granitos da Suíte Intrusiva Campinas. Essas intrusões estão localizadas lateralmente às faixas miloníticas relacionada aos estágios finais da evolução cinemática da tectônica transcorrente do Cinturão Dom Feliciano, exercendo um controle sobre a gênese e o padrão estrutural da mineralização. A mineralização foi gerada por alteração hidrotermal limitada às zonas de contato das injeções graníticas com a rocha encaixante e é representada principalmente por alterações micáceas em associação com veios de quartzo. A mineralização é constituída por cassiterita disseminada nos veios de quartzo e *greisens*. As estruturas geológicas mineralizadas foram investigadas por meio de análise estrutural em campo e sensoriamento remoto, que consistiu nas análises geométrica e cinemática. Os veios mineralizados têm direção preferencial NE, com mergulho entre 70° e 80° para NW ou SE e formam uma estrutura do tipo “*stockwork*”. As falhas e fraturas também tem direção preferencial NE, subordinadamente NW e N-S e alto ângulo de mergulho. As litologias presentes na área da mina são rochas graníticas correspondente ao Granito Campinas e xistos correspondentes ao Complexo Metamórfico Porongos. A integração desses dados contribuiu para a definição do arcabouço estrutural e a relação dessas estruturas geológicas com a mineralização de estanho na região da Mina Campinas em Encruzilhada do Sul – RS.

Palavras-Chave: Mina Campinas, mineralização de estanho, alteração hidrotermal, análise estrutural.



## ABSTRACT

The Campinas Mine is located in the central-eastern portion of Sul-Rio-grandense Shield and contains tin mineralization associated with Biotite Granites of the Campinas Intrusive Suite. These intrusions are located laterally to the mylonite bands related to the final stages of kinematic evolution of transcurrent tectonics of the Dom Feliciano Belt, exercising control over the genesis and structural pattern of the mineralization. Mineralization is related to hydrothermal alteration and is limited to the contact areas of granitic injections within enclosing rocks and is mainly of micaceous changes in association with quartz veins. Mineralization consists of cassiterite disseminated in quartz and greisen veins. Mineralized structures have been investigated by structural analysis in the field and remote sensing, consisting of geometric and kinematic analysis. Mineralized veins strike to NE (preferred), dip between 70° and 80° to NW or SE and define a "stockwork" geometry. Faults and fractures also have preferred direction NE, subordinately NW and N-S and high angle of dip. The lithologies present in the mine area are granitic rocks corresponding to Granite Campinas and schist corresponding to Metamorphic Complex Porongos. The integration of these data contributed to the definition of the structural framework and the relation of these geological structures with tin mineralization in the region of Campinas Mine in Encruzilhada do Sul - RS.

Keywords: Campinas mine, tin mineralization, hydrothermal alteration, structural analysis.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Gerais .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Específicos .....</b>	<b>8</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>8</b>
<b>4 CONTEXTO GEOLÓGICO .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Escudo Sul-Rio-grandense.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Complexo Metamórfico Porongos .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Suíte Intrusiva Encruzilhada Do Sul .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3.1 Granito Campinas.....</b>	<b>13</b>
<b>4.4 Mineralização de Estanho da Mina Campinas .....</b>	<b>14</b>
<b>5 ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>17</b>
<b>6 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 Interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite.....</b>	<b>19</b>
<b>6.3 Aquisições de dados estruturais em campo .....</b>	<b>20</b>
<b>6.4 Processamento, integração e interpretação dos dados .....</b>	<b>21</b>
<b>8 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>38</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Um dos primeiros metais a ser utilizado pelo homem foi o estanho, uso comprovado por descobertas arqueológicas na região da antiga Mesopotâmia, hoje Iraque, onde foram encontradas peças de bronze como ferramentas, armas e utensílios domésticos (MADER, 1970; DNPM, 1973). O uso do estanho na antiguidade marcou o início de uma fase de evolução da civilização antiga, fase a qual foi chamada de Idade do Bronze.

No Brasil, a extração da Cassiterita, que é o principal mineral minério de estanho, começou em meados de 1903, na Região de Encruzilhada do Sul – RS, através de atividades garimpeiras rudimentares nos aluviões da bacia do Rio Camaquã (LEINZ & PINAGEL, 1945). Nesta região, encontram-se as antigas Minas Cerro d'Árvore e Campinas, sendo esta segunda mina o objeto de estudo deste trabalho.

Depois da descoberta do estanho em Encruzilhada do Sul, foi descoberto cassiterita na região de São João Del Rey – MG e em Rondônia nas décadas de 1940 e 1950. E por último, de classe internacional, a descobertas das jazidas do Pitinga, no Amazonas e Bom Futuro, em Rondônia na década de 1980, elevando o Brasil a maior produtor mundial de estanho nessa época, sendo grande exportador de estanho metálico do mercado internacional (DNPM, 1976). Atualmente, ocupa a quinta posição de maior país produtor de estanho, com 4,94% da produção mundial.

A região da Mina Campinas foi descoberta em 1903 por garimpeiros que trabalhavam na Mina Cerro d'Árvore e foi comprada em 1908 com capital próprio pelo engenheiro-chefe da Mina Cerro d'Árvore, o belga Frederico Scheffler (LEINZ & PINAGEL, 1945). Posterior às pesquisas necessárias, foi fundada em Bruxelas no ano de 1913, a Cia. Belga de Estanho de Campinas S.A. pelo próprio engenheiro. Posteriormente, em 1924, tanto o campo quanto a mina foram adquiridos por Francilísio Gonçalves Meireles e exploradas de forma desordenada por garimpeiros (LEINZ & PINAGEL, 1945).

A área de estudo é uma porção do Distrito Estanífero de Encruzilhada do Sul (LEINZ & PINAGEL, 1945) e tem a mineralização de estanho acompanhada por alteração hidrotermal e o controle relacionado espacialmente com intrusões graníticas. Sendo assim, o presente trabalho visa determinar o controle estrutural das mineralizações que estão localizadas principalmente em veios quartzosos na

rocha encaixante e corpos de *greisen* no granito (TEIXEIRA et al. 2007). Para isso serão utilizadas ferramentas de sensoriamento remoto, mapeamento geológico/estrutural em escala 1:5.000 e análise estrutural geométrica e cinemática para a definição do arcabouço estrutural e a relação das estruturas geológicas com as mineralizações.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Gerais**

O objetivo geral do presente trabalho é descrever e caracterizar a geometria e cinemática das estruturas que condicionaram à formação da mineralização de estanho na Mina Campinas.

### **2.2 Específicos**

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- a) Realizar análise por sensoriamento remoto utilizando fotografias aéreas e imagens de satélite;
- b) Realizar mapeamento geológico na escala 1:5.000;
- c) Realizar análise estrutural;
- d) Integrar e discutir os dados obtidos em relação ao controle estrutural da mineralização.

## **3 JUSTIFICATIVA**

A definição de um controle estrutural de uma mineralização é importante para compreender os fatores que condicionaram o transporte do fluido hidrotermal e o processo de concentração do mineral de interesse econômico.

Com isso, espera-se contribuir para o conhecimento dos condicionantes das mineralizações estaníferas oriundas de alteração hidrotermal e também possibilitar o avanço do conhecimento científico nesta área.



A proposta é exequível, considerando que os equipamentos que serão utilizados estão disponíveis dentro do patrimônio do Campus Caçapava do Sul e o deslocamento ao campo será realizado utilizando os veículos disponíveis no Campus. Caso ocorra indisponibilidade de equipamentos e/ou veículos, serão utilizados recursos próprio.

## **4 CONTEXTO GEOLÓGICO**

A área de estudo está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, inserida na porção leste província geológica-geomorfológica denominada de Escudo Sul-Rio-grandense (ESRG).

### **4.1 Escudo Sul-Rio-grandense**

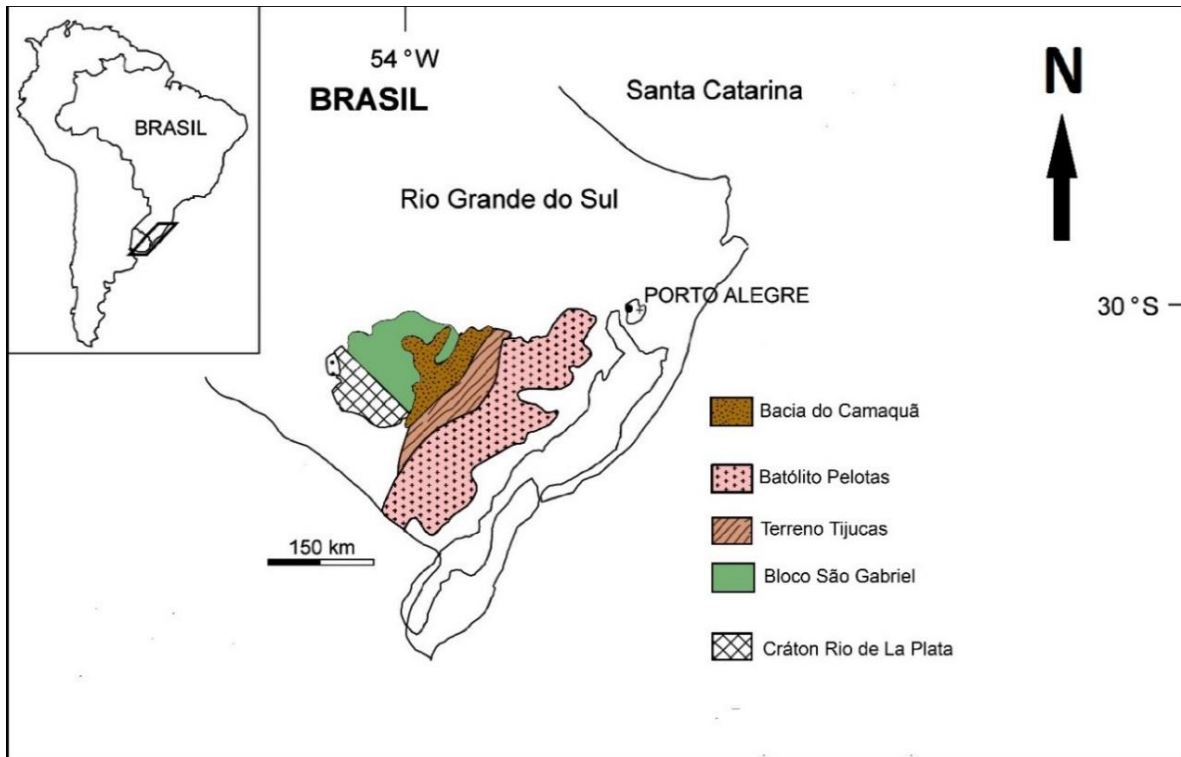
O Escudo Sul-Rio-grandense (CARVALHO, 1932) representa o embasamento do estado do Rio Grande do Sul, está localizado na região centro-sul e é uma das quatro Províncias Geológico-Geomorfológicas do estado. Possui cerca de 65.000 km<sup>2</sup> de área no estado (CHEMALE JR., 2000) e é delimitado ao norte, oeste e sudoeste pela Bacia do Paraná, e a leste pela Bacia de Pelotas.

O Escudo Sul-Rio-grandense está inserido na porção Meridional da Província Mantiqueira (ALMEIDA & HASUI, 1984), sendo formado por rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, cuja gênese ocorreu em dois ciclos orogênicos, os ciclos Transamazônico (Era Paleoproterozóica) e Brasileiro (Era Neoproterozóica). Essas rochas estão distribuídas em um complexo arranjo tectônico-estratigráfico controlado por lineamentos regionais de orientação predominante NE-SW e NW-SE, causados por uma estruturação configurada como zona de acreção e retrabalhamento crustal, que se desenvolveu na maior parte pela evolução tectônica do chamado Cinturão Dom Feliciano (SOLIANI JR., 1986; FRAGOSO-CESAR, 1991) ocorrida durante o Ciclo Brasileiro.

A compartimentação do ESRG (Figura 1) se dá em quatro unidades geotectônicas de acordo com suas características petrotectônicas, geoquímicas e geofísicas (HARTMANN et al. 1998). Essas unidades foram denominadas de Bloco Taquarembó (BT), Bloco São Gabriel (BSG), Terreno Tijucas (TT) e Batólito Pelotas

(BP). A área de estudo está inserida na porção noroeste do contato entre o Batólito Pelotas e o Terreno Tijucas, representados respectivamente pela Suíte Intrusiva Encruzilhada do Sul (SIES) e Complexo Metamórfico Porongos (CMP).

**Figura 1** - Mapa geológico simplificado com as unidades geotectônicas do Escudo Sul-Rio-grandense.



Fonte: Modificado de Chemale Jr. (2000).

#### 4.2 Complexo Metamórfico Porongos

O CMP está localizado na porção meridional da Província Mantiqueira (ALMEIDA et al. 1977), região centro-leste do Cinturão Dom Feliciano (CDF; Fragoso-Cesar, 1980). Compreende uma faixa alongada de direção N30°E com 170 km de extensão e 15 a 30 km de largura (Figura 2). É limitado ao leste com o Batólito Pelotas pela Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu e Passo do Marinheiro (CHEMALE JR., 2000).

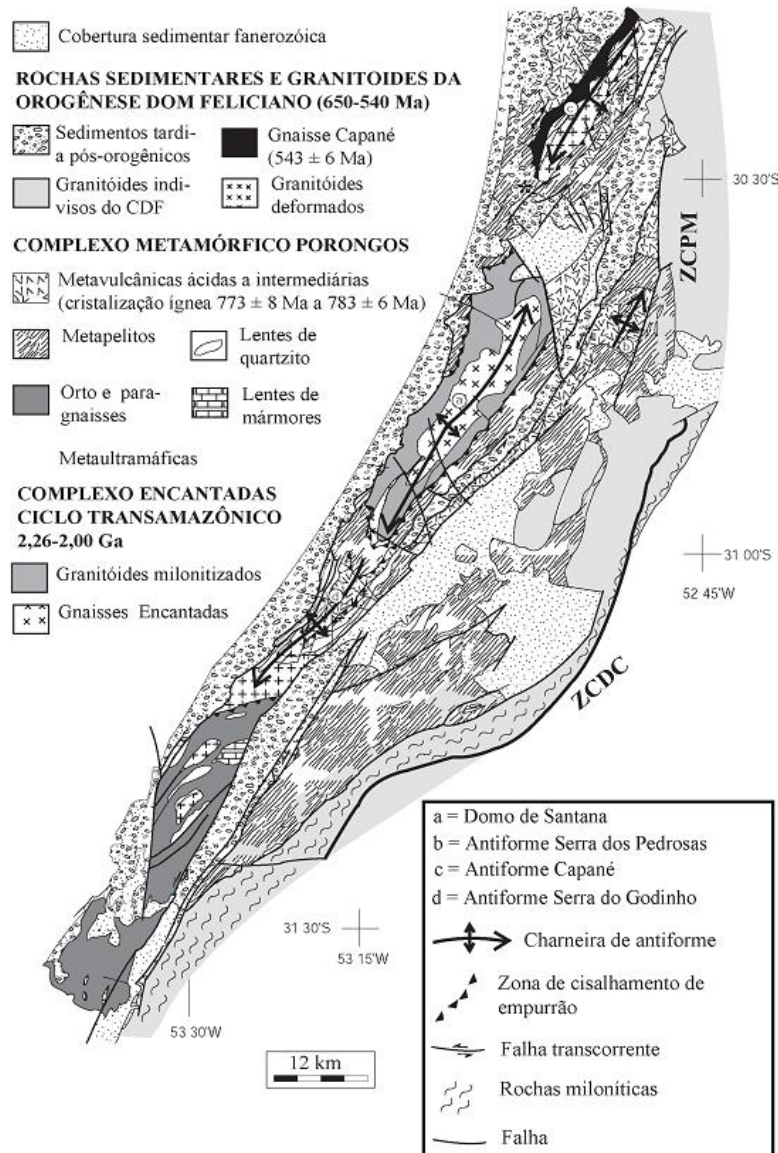
O CMP é formado por uma associação de rochas supracrustais, constituída por uma sequência de rochas meta vulcano-sedimentares neoproterozóicas intercalada com lente de ortogneise e rochas metaultramáficas, metamorfasadas

progressivamente até a fácies anfíbolito e retrometamorfizada na fácies xisto-verde (JOST & BITTENCOURT, 1980).

O CMP é estruturado por quatro megaestruturas orientadas NE-SW denominadas de Domo de Santana da Boa Vista, Antiforme Serra dos Pedrosa, Antiforme Capané e Antiforme do Godinho (JOST & BITTENCOURT, 1980).

O Domo de Santana da Boa Vista é composto por rochas do embasamento (Gnaiss Encantadas e Granitóides Milonitizados de Santana da Boa Vista. A Antiforme Serra dos Pedrosas que corresponde ao Complexo Cerro d'Árvore é composta por rochas metavulcânicas intermediárias a ácidas, metapelitos e xistos grafitosos (JOST, 1981, JOST & BITTENCOURT, 1980) e está em contato com o granito da Mina Campinas. A Antiforme Capané é composta por rochas vulcânicas máficas e félsicas, rochas sedimentares como pelitos e rochas metamórficas como quartzitos e mármore. A Antiforme do Godinho é composta por rochas neoproterozóicas e porção do embasamento, o Gnaiss Encantadas (SAALMANN et al. 2006)

**Figura 2** - Mapa das megaestruturas e litotipos do Complexo Metamórfico Porongos.



**Fonte:** Modificado de Chemale Jr. (2000)

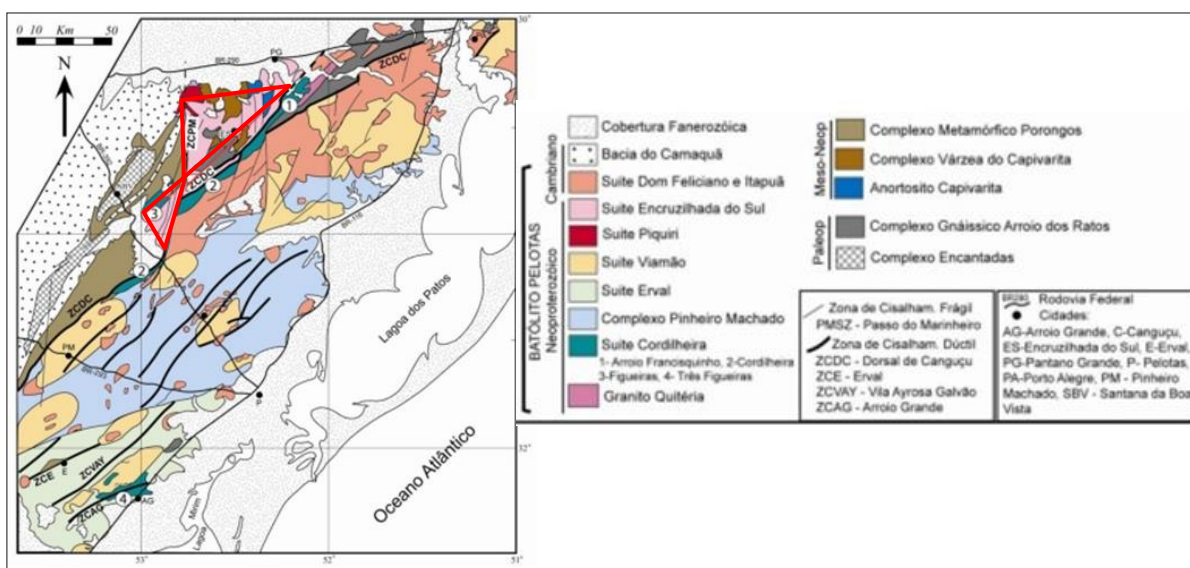
#### 4.3 Suíte Intrusiva Encruzilhada Do Sul

A SIES foi definida por SOLIANI JR. (1986) e ISSLER e PIRES (1990), conforme o Guia de Nomenclatura Estratigráfica adotado pela Sociedade Brasileira de Geologia (PETRI et al., 1986), devido sua ampla variação textural e composicional. Está localizada na porção noroeste do Batólito Pelotas, ocupando cerca de 15% da área deste batólito (PHILLIP et al. 2002).

A SIES se dispõem em uma faixa alongada de direção NE-SW está limitada a leste pela Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (ZCDC), a oeste com as rochas

metamórficas do Complexo Cerro da Árvore (Antiforme Serra dos Pedrosas) e a norte com coberturas fanerozóicas da Bacia do Paraná (Figura 3). A SIES é formada principalmente por rochas ígneas correspondentes às fácies monzogranito porfirítico e sienogranito equigranular, sendo composta pelos granitos Campinas, Pitangueiras, Encruzilhada do Sul e Pinheiros, sienito Piquiri e quartzo-sienito a monzonitos Arroio Silva (VASQUES, 1997). Esses granitos de textura porfirítica foram cortados por corpos tabulares de pegmatitos que provocaram alterações hidrotermais nas principais fácies da suíte, ocasionando a mineralização (PICADA e PINTO 1966).

**Figura 3** - Mapa geológico do Batólito Pelotas, evidenciando a região da Suíte Intrusiva Encruzilhada do Sul em vermelho.



Fonte: Modificado de Philipp et. al. (2007).

#### 4.3.1 Granito Campinas

O granito Campinas está localizado na porção oeste da SIES e é de grande importância devido ao fato de alojar as mineralizações estaníferas da Mina Campinas. É classificado como granitos monzoníticos a sub-alcalinos leucocráticos por PICADA e PINTO (1966) que mostraram a passagem gradativa para granitos a duas micas. O Granito Campinas é constitui cinco corpos intrusivos no Complexo Metamórfico Porongos (PORCHER e LOPES, 2000).

O Granito Campinas tem granulação fina a média e textura porfirítica, coloração acinzentada, varia petrograficamente de granodiorito a monzogranito e é

composto principalmente por quartzo, feldspato alcalino e muscovita, apresentando localmente disseminações ou agregados irregulares de turmalina e aglomerados de biotita (PORCHER e LOPES, 2000).

Está alojado lateralmente às faixas miloníticas N-S e está relacionado aos estágios finais da evolução cinemática da tectônica transcorrente do CDF, exercendo um controle sobre a gênese e o padrão estrutura da mineralização presente na área.

#### **4.4 Mineralização de Estanho da Mina Campinas**

As mineralizações que ocorrem na área estão diretamente ligadas à intrusão do granito Campinas (TESSARI e PICADA, 1966) e foram resultados de alterações hidrotermais como caulinizacão e muscovitizacão, e processos de turmalinizacão e greisenificacão que se estenderam até as rochas encaixantes, os xistos do Complexo Porongos (LEINZ & PINAGEL, 1945). As zonas de alteracão hidrotermal podem ser separadas em duas associações distintas quanto ao posicionamento espacial, uma ocorrendo do interior das zonas miloníticas relacionada à tectônica transcorrente do CDF e outra ocorrendo nas zonas de cúpula das intrusões, acima do foco térmico (TEIXEIRA et al., 2007).

No granito, a mineralizacão ocorre como veios pegmatíticos, com presença de quartzo e feldspato alcalino de 2 a 5cm, podendo ocorrer também mais raramente turmalina e fluorita. A cassiterita pode ocorrer junto à parede da encaixante em grãos disseminados ou em veios greisenificados. Essa greisenificacão foi tão instensa que formou um reticulado de veio quartzosos do tipo *stockwork*, que projetou para o interior das encaixantes (LEINZ & PINAGEL, 1945).

Nas encaixantes, a cassiterita ocorre também na forma disseminada em filões de quartzo, nas faixas micáceas. As espessuras desses filões variam de 0,3 a 1,2m e podem atingir até cinco quilômetros de comprimento. Esses filões são compostos principalmente por quartzo e pouco mica rica em lítio. Acompanhando esses veios observa-se que houve turmalinizacão, alteracão bastante utilizada como guia prospectivo da cassiterita (LEINZ & PINAGEL, 1945).

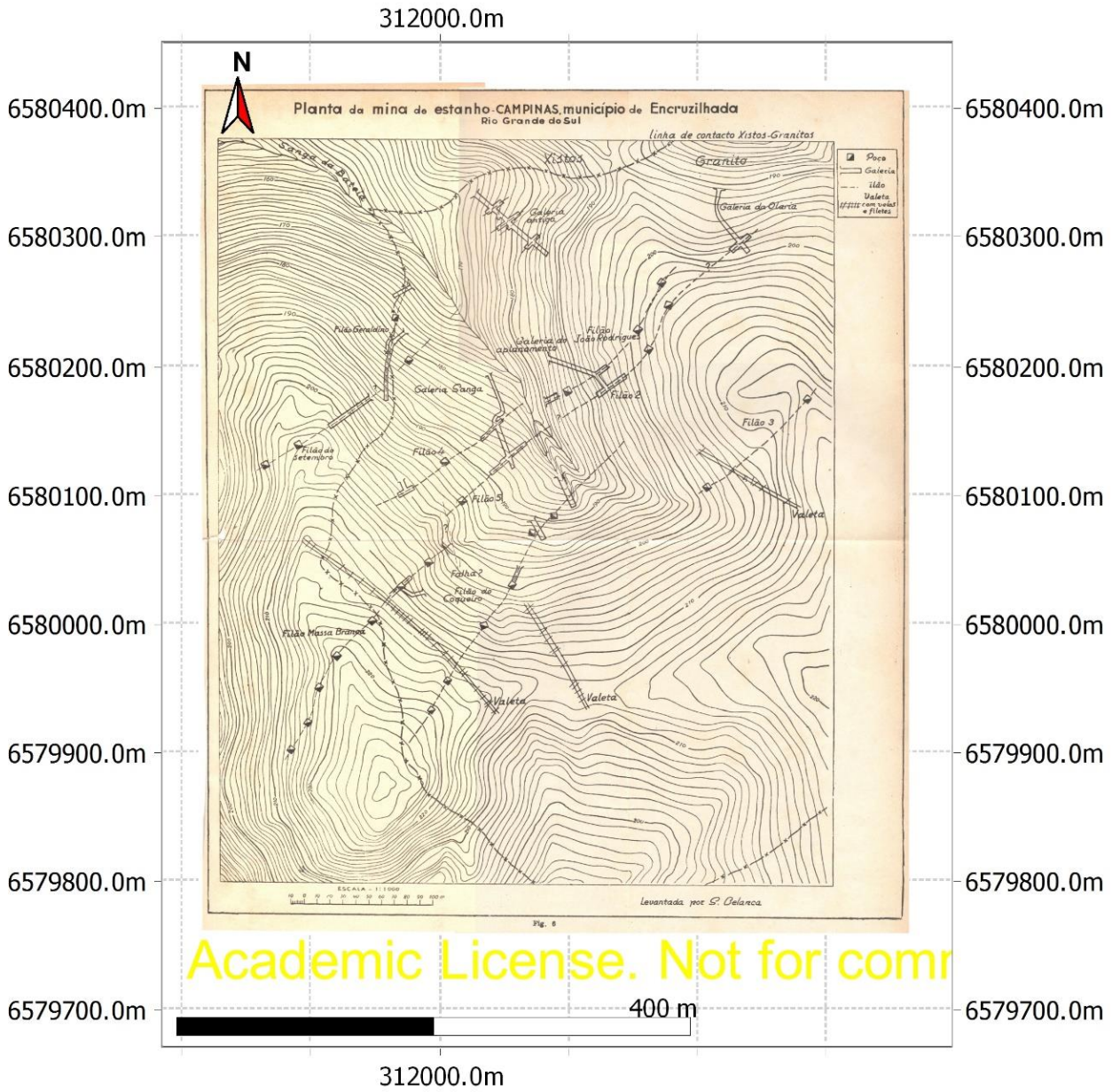
Segundo LEINZ & PINAGEL (1945), a extração rudimentar tornou inutilizado parte do reticulado de veios mineralizados, restando apenas os filões principais para

exploração: Filão Geraldino, Filão Setembro, Filão Massa Branca, Filão 4, Filão do Coqueiro, Filão 2, Filão João Rodrigues, Filão 3 e Galeria Antiga (Figura 4).

O Filão Geraldino possui espessura que varia entre 1,2 até 1,5m e comprimento de 70 metro, foi encontrado pela Companhia Belga no contato do xisto com o granito. O Filão Setembro foi aberto pela Cia Belga por uma galeria de 35 metros encaixada no xisto. O Filão Massa Branca, com cerca de 1,10 metros de espessura é considerado como o mais rico, foi explorado até uma profundidade de 20 metros e extensão de 50 metros e está locado no xisto e no granito. O Filão 4, foi descoberto quando se procurava o Filão Massa Branca, possuía uma zona mineralizada de 60 cm na borda do veio está encaixado no granito (LEINZ e PINAGEL, 1945).

O Filão do Coqueiro tem espessura de cerca de 1 metro e mergulho praticamente vertical, tem uma continuação provável de aproximadamente 300 metros. O Filão 2 está em uma galeria aberta pela Cia Belga, com espessura média de 60 cm e extensão de 150 metros. O Filão João Rodrigues foi encontrado na mesma galeria do filão anterior com espessura de 80 cm e extensão de 150 m. O Filão 3 foi constado numa distância de 80 m, é pegmatítico e com muito quartzo. A Galeria Antiga é o maior serviço da Companhia Belga com 61 m de comprimento e é cortada por 14 veios mineralizados com espessura média de 33 cm (LEINZ e PINAGEL, 1945).

Figura 4 – Planta da Mina Campinas mostrando os principais filões.



Fonte: Modificado de Leinz e Pinagel (1945).



## 5 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na região centro-leste do ESRG, sudoeste do município de Encruzilhada do Sul, a aproximadamente 3,5 km da confluência do Arroio Campinas com o Rio Camaquã e aproximadamente 180 km da capital Porto Alegre. Está limitada a norte pelos municípios de Encruzilhada do Sul e Pinheiros e a sul Canguçu e Piratini. O acesso pela capital se dá pelas rodovias federais BR 290, até a cidade de Pântano Grande e daí pela rodovia estadual BR 471 até Encruzilhada do Sul, seguindo depois por estradas de terra por aproximadamente 80 km. O acesso saindo de Caçapava do Sul é pela rodovia BR 392 até Santana da Boa Vista e depois por estradas de terra percorrendo cerca de 25 km (Figura 5).

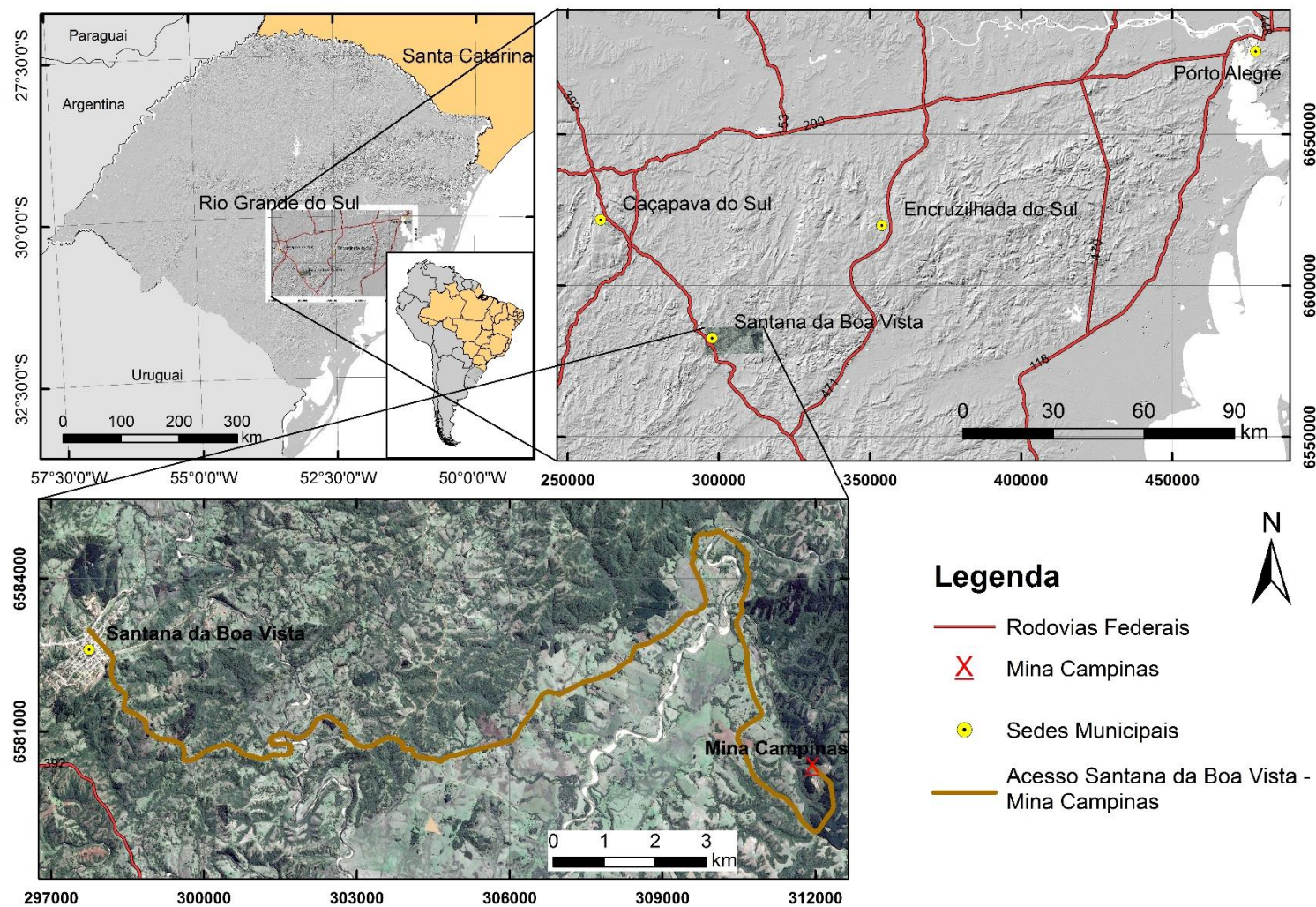
A região da Mina Campinas constitui uma área de relevo bastante acidentado provocado por desmoronamentos de barrancos de terra, sendo difícil o caminhamento nesta região (Figura 6). Caminhamento este dificultado pelo fato de ter bastante cascalho solto proveniente da abertura das galerias e trincheiras da mina e também devido à presença dos poços e galerias, que algumas vezes estão encobertos pela vegetação. No entorno da mina o relevo é mais suave. A vegetação na região da mina é predominantemente gramínea e arbustiva, com algumas matas ciliares (Figura 6).

**Figura 6-** Vista geral da cava principal da Mina Campinas, mostrando o relevo e a vegetação típicos.



**Fonte:** Autor.

**Figura 5:** Mapa de localização e situação da área de estudo.



Fonte: Modificado de CPRM (2008) e Google Earth.

## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta monografia foi realizada análise estrutural da Mina Campinas. A análise estrutural realizada consistiu nas seguintes etapas: Revisão bibliográfica; Interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite; Aquisição de dados estruturais em campo; Processamento, integração e interpretação dos dados; e Redação da monografia. Abaixo são descritos os materiais e métodos em cada uma das etapas.

### 6.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu na revisão de trabalhos disponíveis sobre o contexto que envolve as mineralizações de estanho da Mina Campinas em Encruzilhada do Sul, onde de destaca inicialmente o trabalho de Leinz & Pinagel (1945) e posterior os trabalhos de Tessari & Picada (1966), Vasques (1997), Frantz et al., (1998) e Teixeira et al., (2007).

Esta etapa foi de fundamental importância por oferecer o embasamento teórico sobre as litologias, os fatores condicionantes da mineralização, o arcabouço estrutural e evolução tectônica da área de estudo. Para esta etapa foram analisados livros, dissertações, teses, monografias, artigos científicos e mapas.

### 6.2 Interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite

A interpretação das fotografias aéreas e imagens de satélite foi realizada anteriormente a etapa de campo, com objetivo de reconhecimento da área, identificação de estruturas regionais e determinação dos pontos a serem visitados.

Foram utilizadas imagens de satélite, obtidas no Google Earth Pro, e fotografias aéreas, fornecidas pela CPRM. As imagens do Google Earth Pro foram obtidas sem a função *Terreno* (ou seja, consistem em imagens em planta) e foram mosaicadas e georreferenciadas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Essas imagens foram utilizadas para determinar os acessos a área de estudo e os alvos para o trabalho de campo. As fotografias aéreas foram analisadas com auxílio de estereoscópio, utilizando os critérios de fotointerpretação

segundo ARCANJO (2011), com o objetivo de delimitar os contatos as unidades geológicas e analisar as estruturas geológicas de grande escala (lineamentos).

### **6.3 Aquisições de dados estruturais em campo**

A aquisição de dados estruturais em campo consistiu na análise, descrição, classificação e interpretação das estruturas geológicas presentes na Mina Campina. A análise foi realizada utilizando os critérios de McLAY (1987), VAN DER PLUIJM e MARSHAK (2004). A análise estrutural consistiu nos aspectos geométricos (forma, dimensão, orientação), cinemáticos (movimentação inversa, normal, transcorrente ou oblíqua), cronológicos (sin-formacionais, penecontemporâneas ou pós-formacionais) e de significado geológico (VAN DER PLUIJM e MARSHAK, 2004).

A análise geométrica consiste na definição da forma, dimensão e orientação espacial de estruturas planares e lineares, bem como os elementos minerais que as definem. Isso permitirá mapear as diferentes estruturas geológicas, determinar a relação espacial entre determinados tipos de estruturas, definir relações de corte e mineralizações, correlacionar as estruturas de campo com as observadas em sensoriamento remoto.

A análise cinemática consiste em descrever a mudança da posição (translação), orientação (rotação), forma e tamanho (distorção) da rocha causa por uma tensão. Essa tensão pode ser de contração, extensão ou strike-slip.

A análise cronológica consiste em determinar quando se formou tal estrutura, se ela foi formada simultaneamente à formação da rocha, se foi formada antes da litificação total da rocha mas posteriormente à cristalização inicial ou se essa estrutura foi formada posterior a formação completa da rocha por algum fenômeno não relacionado com a formação da própria rocha.

A análise de significância geológica consiste em determinar se a estrutura primária, ou seja, foi formada pelo mesmo processo que originou a rocha, se a estrutura foi causada pela força gravitacional, se foi impulsionada pelas variações laterais locais na densidade da rocha, se foi formado por injeção de material não consolidado devido à liberação de pressão ou se foi formada por algum evento tectônico.

A orientação das estruturas foi obtida com bússola, e o método utilizado para as medidas foi a “trama” ou dip direction, que consiste em medir a direção para qual o plano mergulha e seu respectivo mergulho, com objetivo de determinar a posição espacial de cada ponto. Também foi utilizado um mapa topográfico base para melhor reconhecimento da área.

#### **6.4 Processamento, integração e interpretação dos dados**

Os dados adquiridos nas etapas anteriores foram processados e integrados em ambiente SIG para posterior interpretação.

Na etapa de processamento foi criado um banco de dados georreferenciados com os dados estruturais, com esses dados e com auxílio de softwares específicos, foi gerado mapas de pontos, estereogramas e diagramas de rosetas com objetivo de representar a distribuição espacial e geométrica das estruturas que condicionam a mineralização.

A etapa de integração dos dados consistiu em compilar os dados obtidos em campo, os dados processados em ambiente SIG e as informações bibliográficas para posterior interpretação.

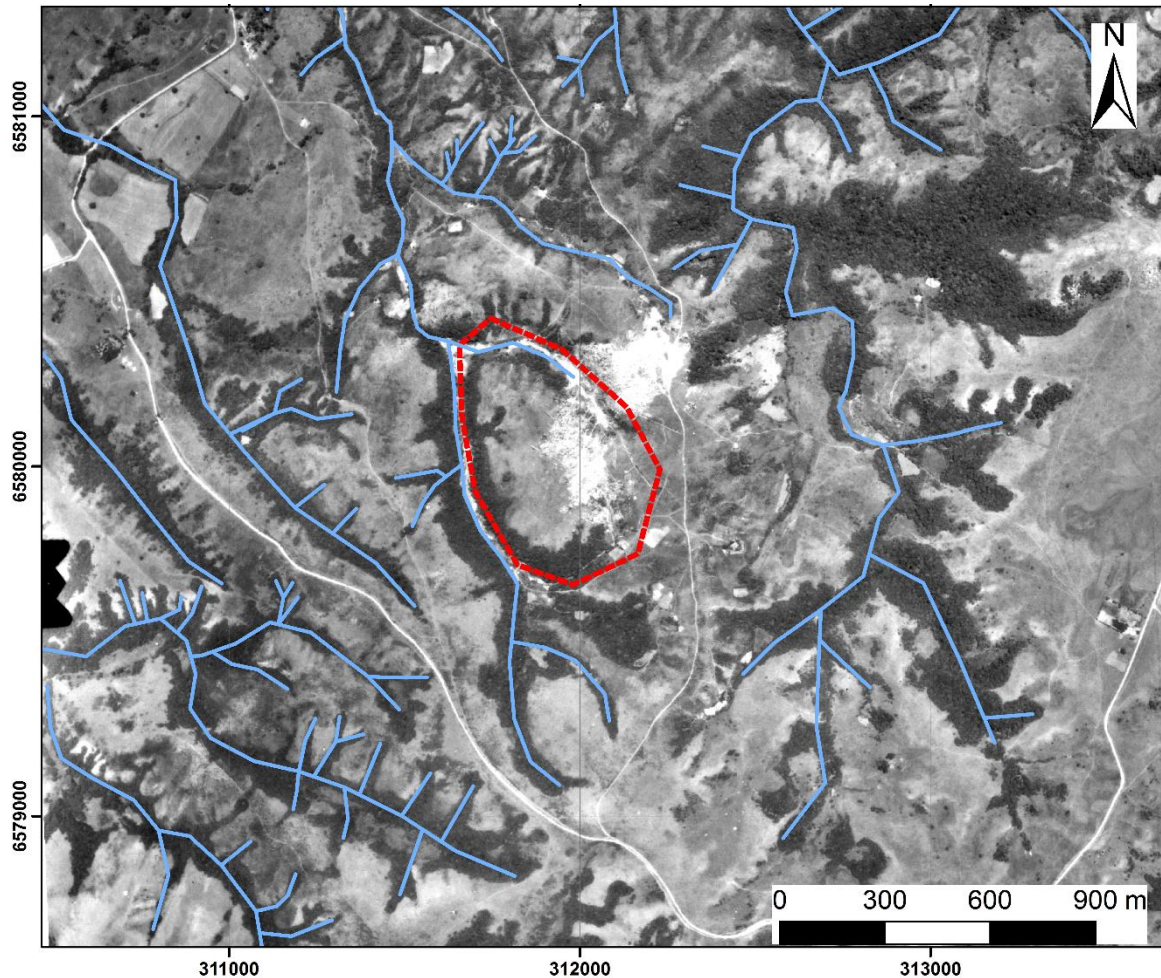
A interpretação dos dados consistiu em detalhar os resultados obtidos das etapas citadas anteriormente e comparar com os dados estruturais do Escudo Sul-Rio-grandense.

### **8 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados adquiridos com o desenvolvimento do trabalho consistiram em dados oriundos da análise por sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélite) e em campo.

Através das fotografias aéreas foram identificados o padrão de drenagem dendrítico da região da Mina Campinas, a possível zona de cúpula da intrusão granítica e o relevo da região. Analisando a fotografia aérea e comparando com a imagem de satélite mais recente, percebe-se que houve um intenso desmoronamento de terra na região da Mina Campinas (Figura 7).

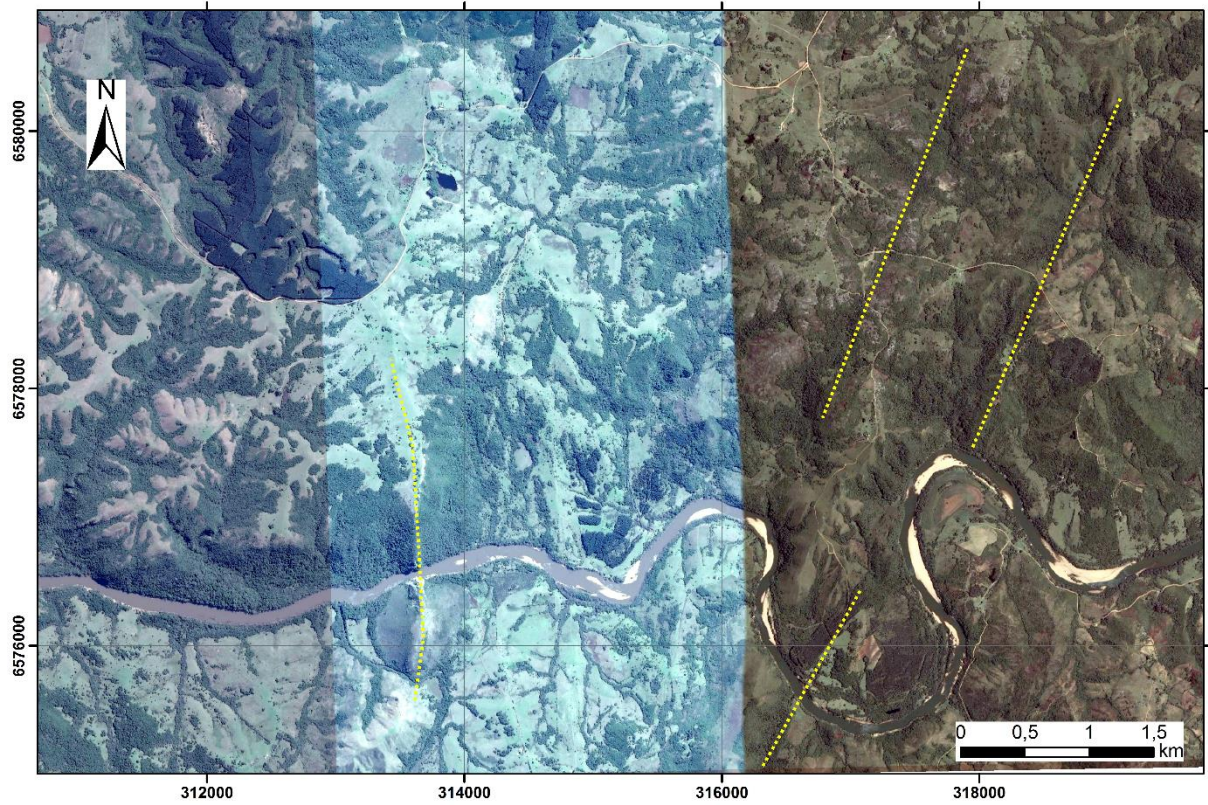
**Figura 7** – Fotografia aérea mostrando em azul as drenagens e em vermelho a possível zona de cúpula do Granito Campinas.



Fonte – Modificado de CPRM (1977).

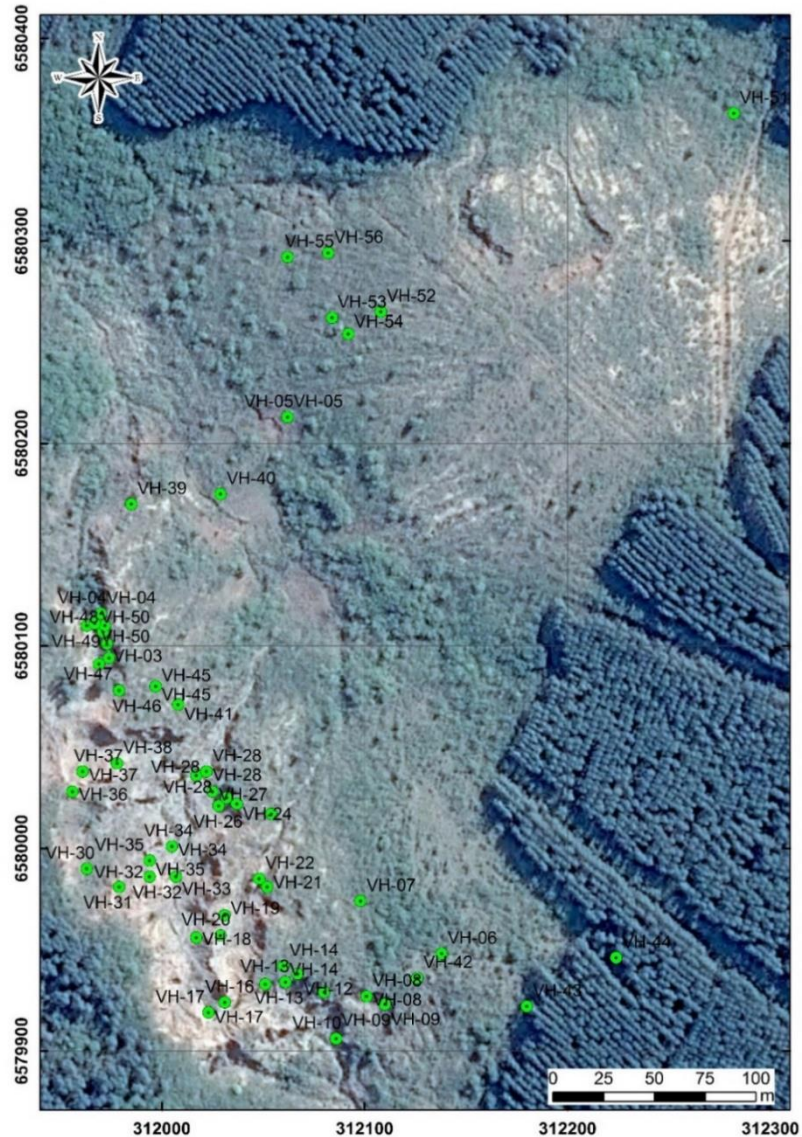
A análise das imagens de satélite permitiu identificar lineamentos de direção NS a sudeste da Mina Campinas, que correspondem a Zona de Cisalhamento Passo do Marinheiro, a qual limita o Complexo Metamórfico Porongos com a Suíte Intrusiva Encruzilhada do Sul (Figura 8) e também alguns lineamentos a leste e a sudeste da mina, próximos ao rio Camaquã, de direção NE (Figura 8).

**Figura 8** – Imagem de satélite mostrando em amarelo os lineamentos N-S e NE.



**Fonte:** Modificado de Google Earth Pro. Acesso em 16/06/2016

Em campo foram analisados 56 pontos distribuídos conforme o mapa da figura 9. Nesses pontos foram identificadas as diferentes litologias, zonas de alteração hidrotermal e estruturas que ocorrem na área da Mina Campinas através da coleta de dados estruturais e litológicos. Também foram encontrados alguns poços e galerias construídos durante a fase de exploração da mina.

**Figura 9** – Mapa de localização de pontos

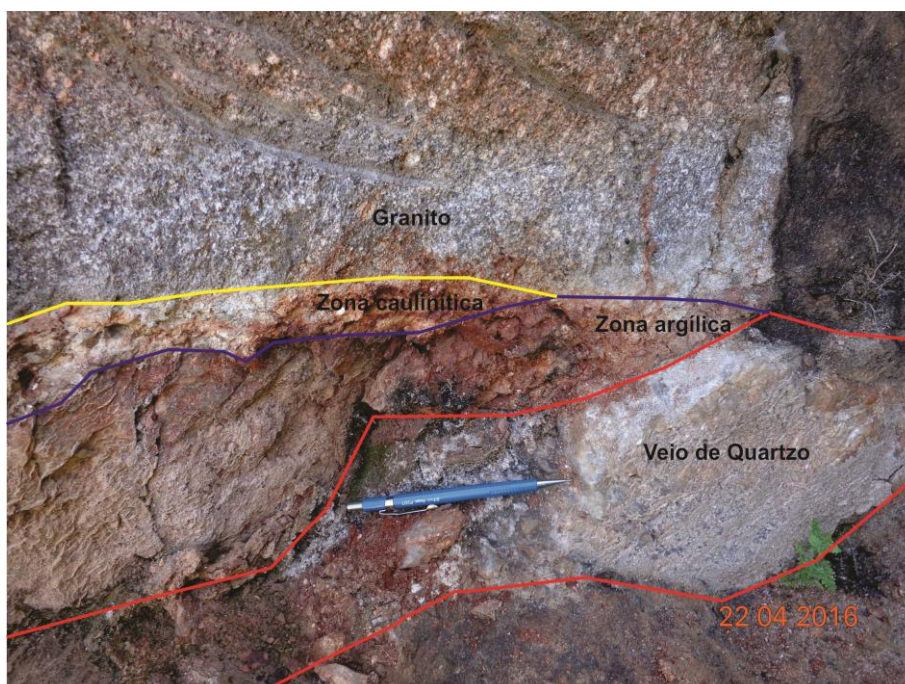
**Fonte:** Modificado de Google Earth Pro.

A litologia encontrada na área corresponde a um granito bastante alterado, friável, de coloração acinzentada e esbranquiçada. O granito é composto predominantemente por quartzo, feldspato, biotita e muscovita e possui textura inequigranular porfirítica, com matriz fina a média e fenocristais de até 01 cm (Figura 10). Próximo do contato com as encaixantes percebe-se que os minerais do granito tendem a ficar orientados. Nas bordas dos veios de quartzo ocorrem frequentemente zonas de alteração caulinitica, argílica, micácea, turmalínica e zona de greisenificação (Figura 10).



A zona de alteração caulínica segundo TEIXEIRA et al (2007), foi uma das últimas alterações hidrotermais provocadas no granito, está restrita na zona de cúpula da intrusão granítica e foi originada a partir dos feldspatos que formavam o granito e a zona de alteração argílica que também é restrita apenas nas zonas de cúpula da intrusão granítica, foi formada pela alteração de micas e feldspato e foi causada por ação de um fluido aquoso hidrotermal ácido.

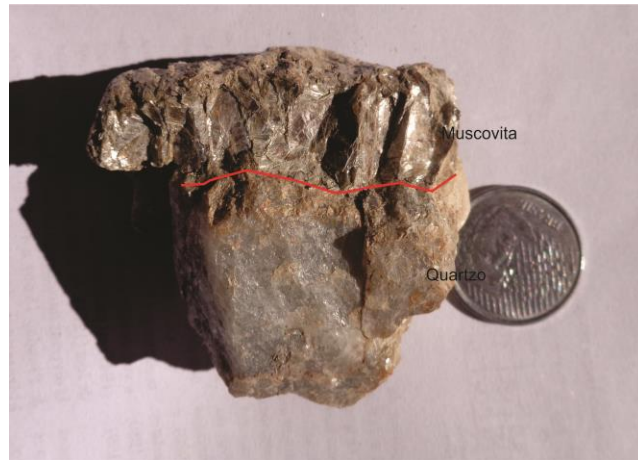
**Figura 10** – Foto de veio de quartzo com alterações hidrotermais, e textura da rocha granítica.



**Fonte:** Autor.

A alteração micácea conforme TEIXEIRA et. al. (2007) é composta por moscovitas e fengitas e está presente em quase todas as zonas de alteração hidrotermal associada aos veios quartzosos (Figura 11), em que essas micas brancas associadas à esta alteração hidrotermal são marcadas por aumento nos valores de sílica e alumínio, e redução do valor de ferro, implicando que seja uma alteração parcial de biotita primária (de origem magmática) durante a formação do *greisen*.

**Figura 11** – Foto de amostra com alteração micácea em contato com veio de quartzo.



**Fonte:** Autor

O processo de turmalinização que segundo LEINZ e PINAGEL (1945) ocorre nas zonas de contato dos veios com o xisto (Figura 12). Essa alteração ocorreu devido ao fato dos agentes mineralizadores do granito sofrerem resistência para penetrar na rocha encaixante aumentando assim a pressão, mas assim que conseguiram penetrar os xistos, restou no granito fendas abertas, com isso a pressão caiu consideravelmente e ocorreu a precipitação e cristalização dentro das fendas. O Boro, altamente volátil, migrou pelo xisto e interagiu com a biotita para a formação das turmalinas (LEINZ e PINAGEL, 1945).

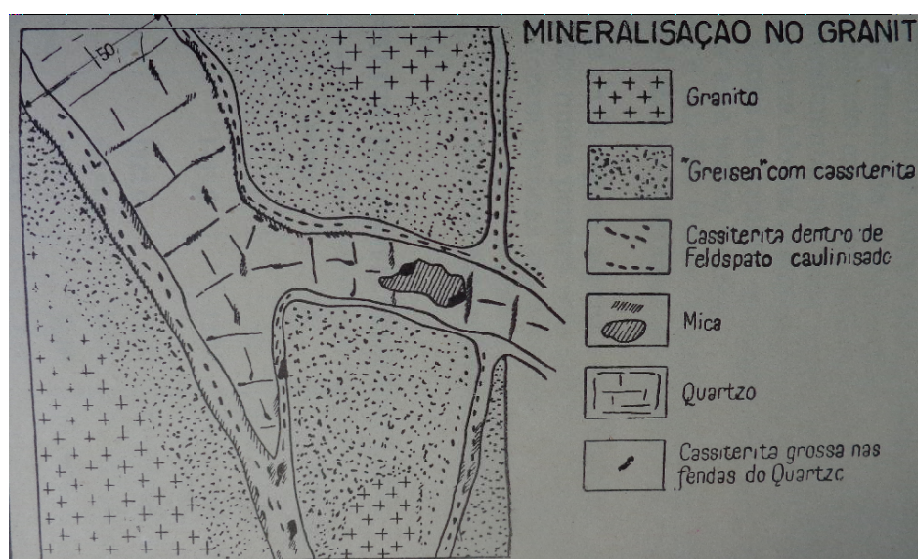
**Figura 12** – Foto de amostra de rocha turmalinitizada.



**Fonte:** Autor

O processo de greisenificação descrito por LEINZ e PINAGEL (1945) que atravessa o granito, formou espécie de “stockwork” devido a quantidade de veios (Figura 13). Esse processo originou uma assembleia mineralógica composta principalmente por muscovita, quartzo e subordinadamente fluorita. É nessas zonas de greisens que ocorre a cassiterita disseminada. As zonas greisificadas podem chegar até 1 metro de espessura (LEINZ e PINAGEL, 1945).

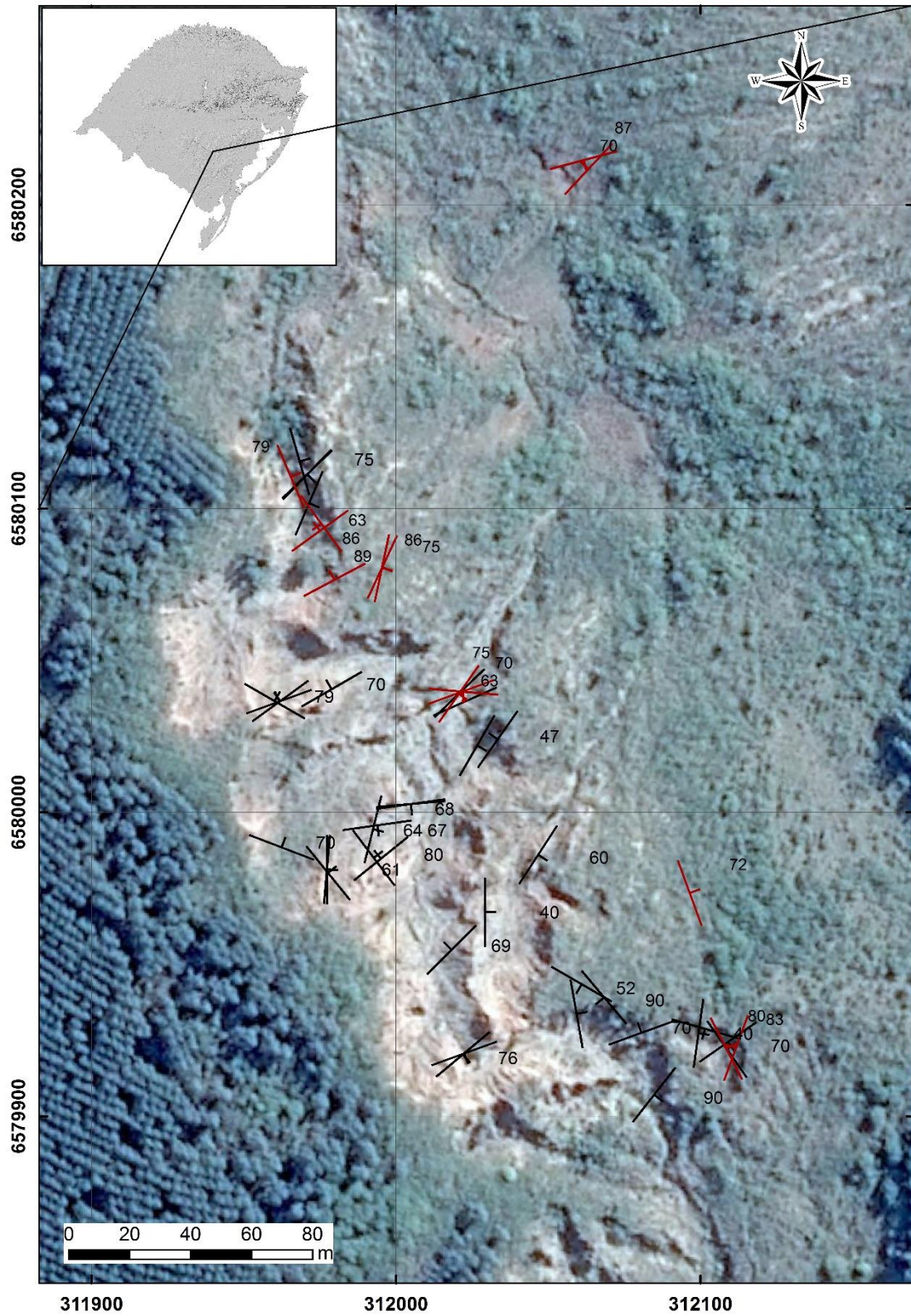
**Figura 13** – Exemplo de como ocorre a mineralização na Mina Campina.



**Fonte:** Retirado de Leinz e Pinagel (1945).

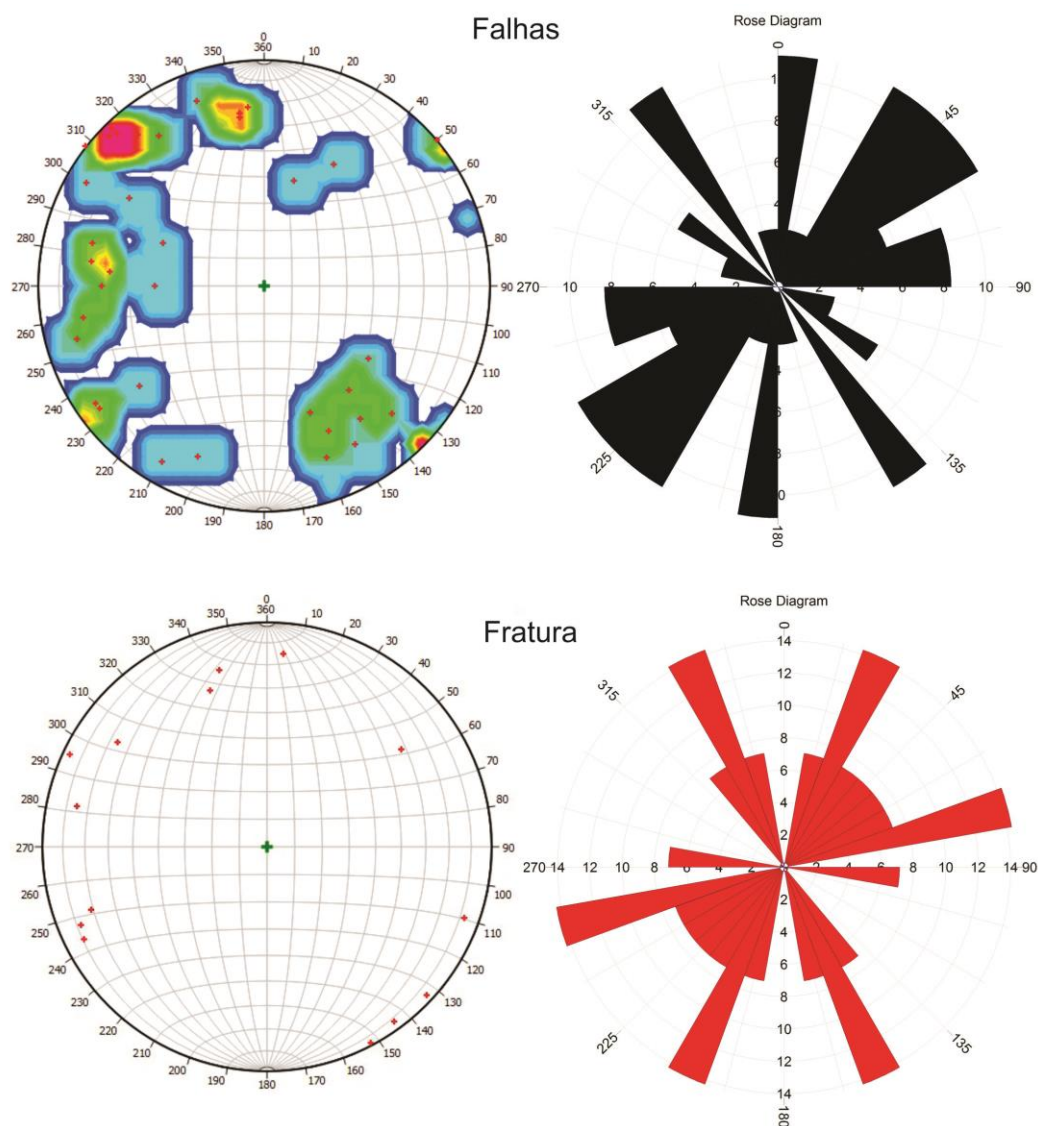
As principais estruturas geológicas encontradas na região da Mina Campinas são fraturas, falhas e veios. Os planos de falhas apresentam direção principal NE com alto ângulo de mergulho para NW e SE, subordinadamente há planos com direções praticamente N-S também com altos ângulos de mergulho para W e em menor proporção, planos de direção NW com mergulhos predominantes para SW. Alguns planos são bem expostos porém de difícil identificação de estrias. As fraturas ocorrem na rocha granítica, apresentam direção predominante NE e alto ângulo de mergulho principalmente para NW (Figuras 14 e 15). Subordinadamente ocorrem fraturas de direção NW e E-W apresentando também altos ângulos de mergulho. A distribuição espacial em relação à direção ocorre de forma aleatória, mas mantém uma direção preferencial. Ocasionalmente, essas fraturas são preenchidas por quartzo.

**Figura 14** – Mapa estrutural de fraturas (vermelho) e falhas (preto) observadas em campo. A localização da área mostrada no mapa está ilustrada na Figura 9.



Fonte: Modificado de Google Earth Pro.

**Figura 15** – Estereogramas e diagramas de roseta de falhas e fraturas medidas em campo. Estão representados 36 planos falhas e 21 planos fraturas.



**Fonte:** Autor

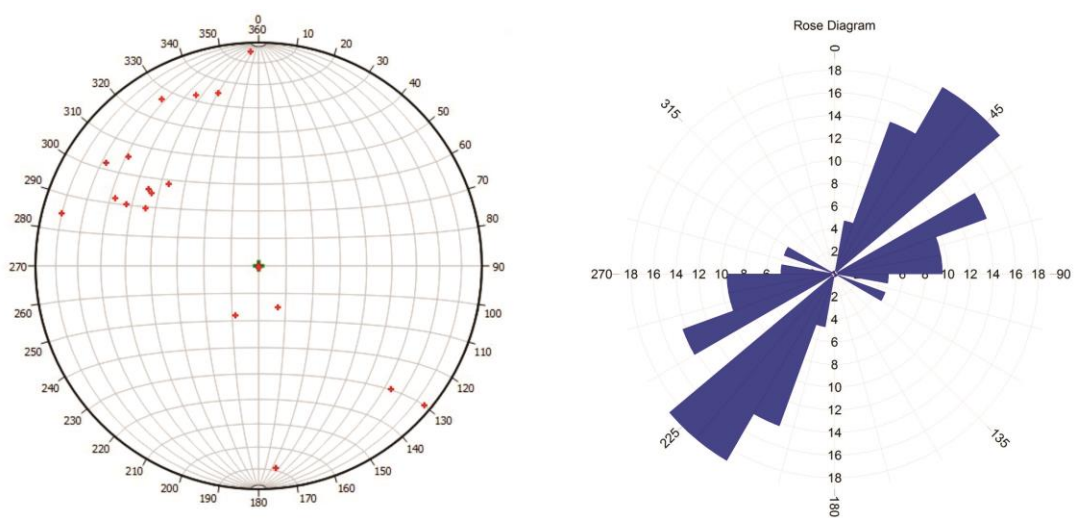
Os veios de quartzo, algumas vezes com espessura chegando a 2 metros (Figura 16) apresentam uma direção preferencial NE e alto ângulo mergulho principalmente para NW e subordinadamente SE (Figuras 17 e 18). Alguns veio apresentam direção preferencial praticamente E-W, porém tendem a apresentar ângulo de mergulho inferior. Esses veios são bastante fraturados e ocorrem nas bordas zonas de alterações hidrotermais. Na porção central e sul da área da mina, apresentam direção predominante NE, com mergulho ora para SE ora para NW (Figura 18).

**Figura 16** – Fotografia mostrando a espessura de um dos veios da Mina Campinas



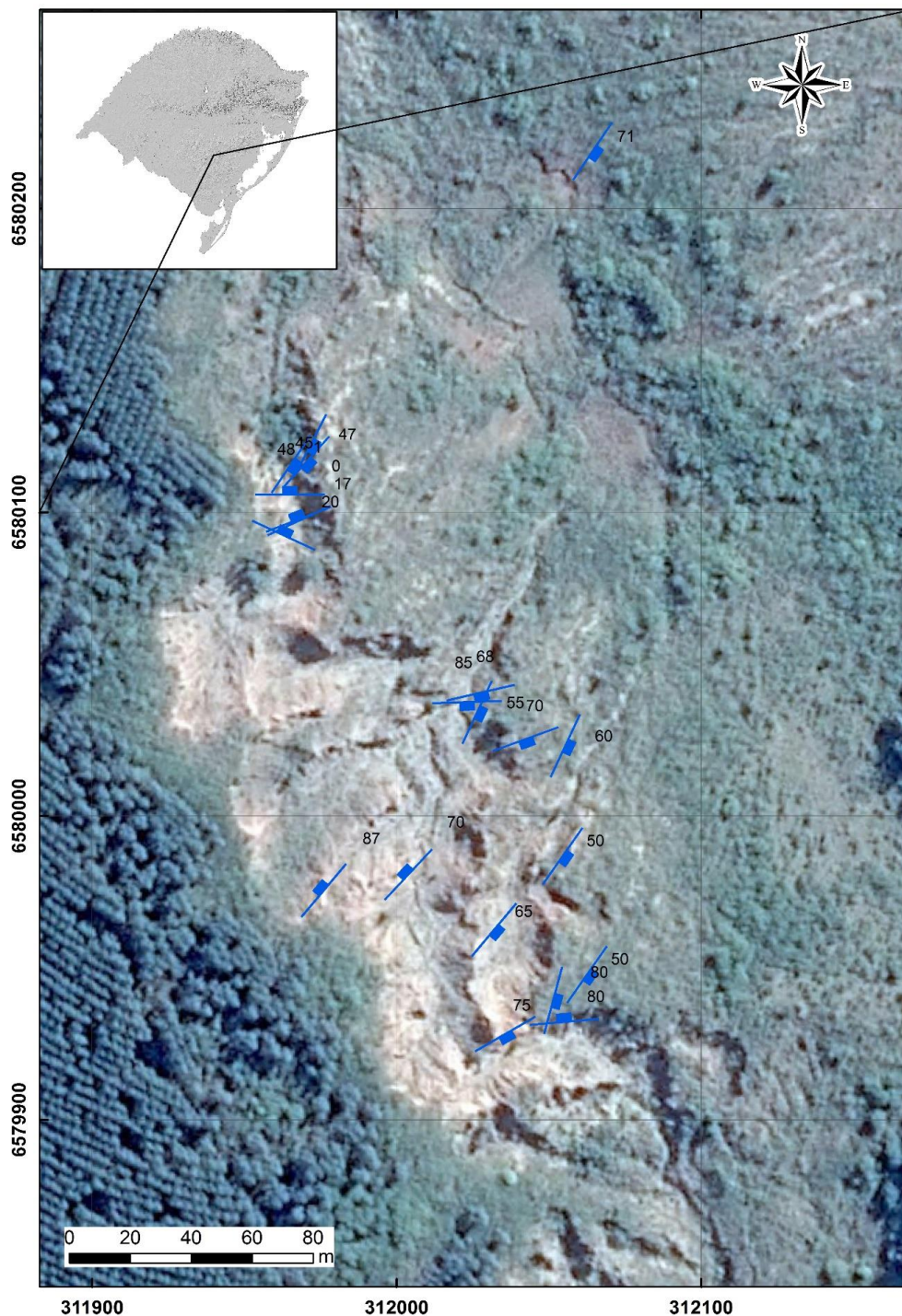
Fonte: Autor

**Figura 17** – Estereograma e diagrama de rosetas dos veios medidos em campo. Estão representadas 21 medidas.



Fonte: Autor

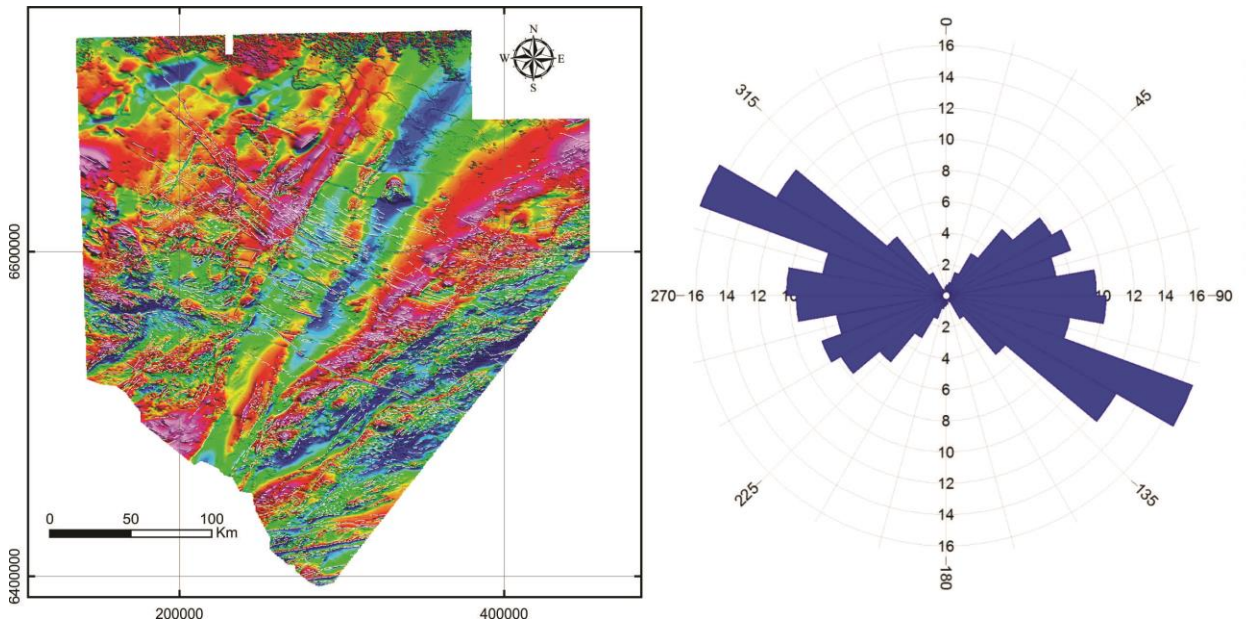
**Figura 18** – Mapa estrutural dos veios observados em campo.



**Fonte:** Modificado de Google Earth Pro

Como demonstrado, as estruturas presentes na Mina Campinas têm direção preferencial NE-SW. Quando comparado com os lineamentos magnéticos do ESRG, observa-se direção preferencial na direção WNW (Figura 19).

**Figura 19** – Mapa e diagrama das estruturas do Escudo Sul-Rio-grandense.



**Fonte:** Retirado de Brito et al. 2015.

No Escudo Sul-Rio-grandense, em especial nas imediações da área de estudo, as principais estruturas dúcteis ocorrem com direção NE, tais como a Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu e as foliações metamórficas do Complexo Metamórfico Porongos. Ocorrem também estruturas com direção NS, a exemplo da Zona de Cisalhamento Passo do Marinheiro (WILDNER et al., 2007). Contudo, a análise dos lineamentos magnéticos do Escudo Sul-Rio-grandense mostra que as estruturas de direção WNW são muito significativas (Figura 19; BRITO et al., 2015; HARTMANN et al., 2016)

Em campo, as estruturas observadas foram predominantemente estruturas rúpteis (fraturas e falhas), além de veios mineralizados ou não. A direção principal dos veios é NE, com mergulho para SE e NW, que não coincide com a principal direção dos lineamentos magnéticos do Escudo Sul-Rio-grandense.

O modelo de mineralização para a Mina Campina é magmático-hidrotermal (LEINZ e PINAGEL 1945). Segundo este modelo, os veios mineralizados foram formados no final da cristalização ígnea onde os elementos incompatíveis foram concentrados, ocasionando um processo de greisenificação no corpo ígneo e nas rochas encaixantes do Complexo Metamórfico Porongos ocorreu apenas a formação de alguns veios mineralizados. Nesse contexto, os veios encontrados ao longo do



trabalho de campo foram formados logo após o posicionamento do Granito Campinas. Sendo assim, as estruturas preenchidas pelos veios, que possuem direção NE são tardi-magmáticas.

A estruturação NW dos lineamentos magnéticos do Escudo Sul-Rio-grandense está possivelmente associada à formação do Arco de Rio Grande (BRÜCKMANN et al., 2015), que é uma estrutura geológica gerada no Paleozóico-Mesozóico. Sendo assim, não existe relação direta entre os veios de direção NE e o Arco de Rio Grande.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise estrutural realizada no presente trabalho permitiu identificar as litologias e estruturas que ocorrem na região da Mina Campinas.

As litologias identificadas foram predominantemente Biotita granito composto predominantemente por quartzo, feldspato, biotita e muscovita, de textura inequigranular porfírica, com matriz fina a média e fenocristais de até 01 cm que corresponde ao Granito Campinas SIES; subordinadamente foi observado mica xisto, que corresponde ao CMP e na zona de contato com a cúpula granítica ocorreu um intenso processo de turmilinização.

As estruturas identificadas foram falhas, fraturas e veios de quartzo fraturados. Essas estruturas apresentaram direção preferencial NE mergulhando alto ângulo para SE e NW. Subordinadamente ocorrem com direção NW e E-W e alto mergulho.

A direção NE dos veios mineralizados está associada com os processos finais de cristalização do Granito Campinas, e não possui relação direta com os lineamentos magnéticos do Escudo Sul-Rio-grandese.

A análise estrutural realizada pode ser utilizada como guia prospectivo para mineralizações estaníferas associadas a veios na região do SIES pois caracteriza geometricamente e cinematicamente as estruturas condicionantes destas mineralizações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. **O embasamento da Plataforma Sul Americana**. In: O Precambriano do Brasil, p. 1-5. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 378p. 1984

ALMEIDA, F.F.M; NEVES, B.B.B. & FUCK, R.A. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: SBG, VIII Simp. Geol. Nordeste, Campina Grande, Atas, 1977. p. 363-391.

ARCANJO, J. B. A. **Fotogeologia: conceitos, métodos e aplicações**. Salvador: CPRM/SGB, 2011. 144 p.

BRITO, V. H. V; GUADAGNIN, F; SILVA, M & PEREIRA, G. M. **Análise das estruturas continentais do Escudo Sul-Rio-grandense com base em dados aeromagnéticos**. Em: IX SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2015, Florianópolis. Anais. São Paulo: SBG, v. u, 2015.

BRUCKMANN, M. P; PHILIPP. R. P; ZVIRTES, G. & FACCINI, U. F. **Análise estrutural do Arco de Rio Grande na seção Santana do Livramento - Jaguari, RS**. Salão de Iniciação Científica da UFRGS, 2015.

CARVALHO, P. F. **Reconhecimento geológico no Estado do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. p. 1-72. 1932. (Boletim 66).

CHEMALE Jr, F. **Evolução geológica do Escudo Sul-Rio-grandense**. In: Holz, M & De Ros, L.F. (ed). Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, CIGO/UFRGS, 2000. p. 13-52.

CPRM - Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000**. CPRM. Porto Alegre. 2008.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Perfil Analítico do Estanho**. Rio de Janeiro: DNPM, 1973.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Encontro Nacional sobre o Estanho**. Porto Velho: DNPM, 1976. 110 p.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S. **Tectônica de placas no Ciclo Brasileiro: as orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul.** Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo - USP - Tese (Doutorado). São Paulo, 1991. p. 366.

FRANTZ, J.C; COELHO, N.F & BOTELHO, N.F. **Gênese e evolução dos fluidos envolvidos na alteração hidrotermal e na mineralização de estanho dos granitos do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Geociências, 1998. 28(3): 301-306

HARTMANN, L. A; SILVA, L. C; REMUS, M. V. D; LEITE, J. A. D. & PHILLIPP R. P. **Evolução geotectônica do Sul do Brasil e Uruguai entre 3.3 Ga e 470 Ma.** Congresso Uruguaio de Geologia, Atas, Sociedade Uruguaia de Geologia, Punta del Este, 1998. p. 277 – 284.

HARTMANN, L. A; LOPES, W. R & SAVIAN, J. F. **Integrated evaluation of the geology, aerogamaspectrometry and aeromagnetometry of the Sul-Rio-grandense Shield, southernmost Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2016. 88(1): 75-92.

ISSLER, R.S. & PIRES, J. L. **Granito a duas micas na Placa Sul-Americana: Território Brasileiro.** In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4<sup>o</sup>. Porto Alegre, 1989. Anais. Porto Alegre: SBG, Acta Geológica Leopoldensia, São Leopoldo, 1990. V.13, nº 30, p. 93-116.

JOST, H. **Geology and metallogeny of the Santana da Boa Vista region southern Brasil.** University of Georgia, Athens, PhD Thesis. 1981. 208p.

JOST, H. & M.F. BITENCOURT. **Estratigrafia e tectônica de uma fração da Faixa de Dobramentos Tijucas no Rio Grande do Sul.** Acta Geológica Leopoldensia, 1980. 7: 27-60.

LEINZ, V. & PINAGEL, H. **Estanho e Tungstênio no Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro, RJ, DNPM/DFPM. 1945. 90p. (Boletim 70).

MADER, J. C. **Província Estanífera de Rondônia: estanho, fator de progresso da Amazônia e fonte de divisas para o Brasil.** 1970. 39 p. (mimeo).

McCLAY, K. **The mapping of geological structures.** Geol. Soc. London Handbook, Open University Press, Milton Keynes, 1987. 161 pp.

PETRI S.; COIMBRA A.M.; AMARAL G. & PONÇANO W.L. Guia brasileiro de nomenclatura estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, 1986. 16(4):376-415.

PHILIPP, R. P.; MACHADO, R.; NARDI, L. V. S. & LAFON, J. M. **O magmatismo granítico neoproterozóico do batólito pelotas no sul do brasil: novos dados e revisão da geocronologia regional.** Revista Brasileira de Geociências, 2002. 32(2):277-290,

PHILIPP, R.P.; CHEMALE Jr. F. & MACHADO, R. **A geração dos granitóides neoproterozóicos do Batólito Pelotas: Evidências dos Isótopos de Sr e Nd e implicações para o crescimento continental da porção sul do Brasil.** In: Frantz, J.C.; Ianuzzi, R. (eds.), 50 anos de Geologia no Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS- PETROBRÁS, 2007. p. 59-77.

PICADA, R. S. & PINTO, P. 1966. **Geologia da Folha Figueiras, Município de Encruzilhada do Sul, RS.** Relatório da Divisão de Fomento e Produção Mineral, DNPM, Porto Alegre (inédito).

PORCHER, C.A. & LOPES, R.C. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folha Cachoeira, Folha SH.22- Y-A.** Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:250.000. Brasília, CPRM, 117 p., 2000.

SAALMANN, K., REMUS, M.V.D. & HARTMANN, L.A. **Structural evolution and tectonic setting of the Porongos belt, southern Brazil.** Geological Magazine 2006. 143, 59–88.

SOLIANI JR., E. **Os dados geocronológicos do Escudo Sul-rio-grandense e suas implicações de ordem geotectônica.** Tese (Doutorado Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1986. 425 p.

TEIXEIRA, R. S.; FRANTZ, J. C.; MEXIAS, A. S.; MARQUES, J. C. & COSTA, J. A. **Caracterização da Alteração Hidrotermal Micácea do Tipo Greisen e dos Reequilíbrios de Baixa Temperatura em Áreas Graníticas: o Exemplo do Distrito Estanífero de Encruzilhada do Sul, RS.** Revista Pesquisas em Geociências, 2007. 34 (2): 75-87.

TESSARI, R. I. & PICADA, R. S. **Geologia da quadrícula de Encruzilhada do Sul, RS.** Boletim do DNPM/DFPM, 1966. 124:1-147.

TWISS, R. J. & MOORES, E. M., 2007. **Structural Geology, 2nd edition**. New York: H.W. Freeman and Company.

VAN DER PLUIJM, B. A. & MARSHAK, S. **Earth Structure – an introduction to structural geology and tectonics**. 2 ed. New York – London, WW Norton & Company. 2004. 656p.

VASQUEZ, M. L. **Evolução petrogenética dos granitos da suíte intrusiva Encruzilhada do Sul, RS**. Porto Alegre, 1997. 195 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

WILDNER, W.; RAMGRAB, G.; LOPES, R. C. & IGLESIAS, C. M. F. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Sul: escala 1:750.000**. Porto Alegre: CPRM, 2007. 1 DVD-ROM. Programa Geologia do Brasil; Mapas Geológicos Estaduais.

**ANEXO 1 – Tabela com identificação, coordenadas, características de cada ponto.**

<b>Ponto</b>	<b>Coor_X</b>	<b>Coord_Y</b>	<b>Direção</b>	<b>Mergulho</b>	<b>Observações</b>
VH-01	311969	6580091	25	20	Veio de quartzo, espessura 35cm
VH-02	311971	6580107	0	1	Veio de quartzo, espessura 200cm, 40cm de altura
VH-03	311973	6580101	113	40	Plano de falha
VH-03	311973	6580101	339	0	Veio de quartzo
VH-03	311973	6580101	335	17	Veio de quartzo
VH-04	311970	6580116	117	47	Veio de quartzo, espessura 100cm
VH-04	311970	6580116	74	75	Plano de falha, não corta o veio
VH-05	312062	6580213	165	70	Fratura
VH-05	312062	6580213	313	87	Fratura
VH-05	312062	6580213	124	71	Veio quartzo
VH-06	312138	6579948			Poço 1,5 X 1,5m
VH-07	312098	6579974	70	72	Fratura na rocha granítica, não preenchida. Rocha composta por 90% de quartzo e mica
VH-08	312101	6579927	196	40	Presença de par conjugado de falha na rocha granítica alterada
VH-08	312101	6579927	98	66	Plano de falha, exposição de 4 metros
VH-09	312110	6579923	55	80	Planos de falha ortogonais entre si, rocha granítica alterada
VH-09	312110	6579923	145	70	Planos de falha ortogonais entre si, rocha granítica alterada
VH-09	312110	6579923	63	80	Par conjugado de fratura, cortando um veio de quartzo de 9 cm
VH-09	312110	6579923	290	83	Par conjugado de fratura, cortando um veio de quartzo de 9 cm
VH-10	312086	6579906	128	90	Plano de falha, rocha alterada, feldspatos de até 0,8 cm, composição quartzo, feldspato e biotita
VH-11	312080	6579929	340	70	Plano de falha, rocha granítica bastante alterada
VH-12	312067	6579938	230	90	Plano de falha vertical, rocha granítica alterada.
VH-13	312061	6579934	80	70	Plano de falha
VH-13	312061	6579934	355	80	Veio de quartzo com alteração de coloração avermelhada bem na borda do veio e coloração esbranquiçada mais externamente (caulim)
VH-14	312060	6579942	210	52	Plano de falha
VH-14	312060	6579942	125	50	Veio de quartzo bastante fraturado, 70 cm de espessura
VH-15	312051	6579933	105	80	Veio de quartzo
VH-16	312031	6579924	150	75	Veio de quartzo com 20 cm de largura, alteração caulinitica na borda do veio
VH-17	312023	6579919	140	76	Plano de falha
VH-17	312023	6579919	160	76	Plano de falha

VH-18	312017	6579956	315	69	Plano de falha
VH-19	312031	6579967	90	40	Plano de falha
VH-20	312029	6579957	130	65	Veio (filão) de quartzo, 2 m de largura por 5 de comprimento e 30 cm de altura
VH-21	312052	6579981	125	50	Veio de quartzo com 25 cm de espessura
VH-22	312048	6579985	123	60	Plano de falha
VH-23	312054	6580017	115	60	Veio de quartzo de 15 cm de espessura, rocha encaixante com coloração mais alaranjada, predominância de feldspato em relação a quartzo e mica
VH-24	312037	6580022	160	70	Veio de quartzo com 50 cm de espessura
VH-25	312032	6580025	305	47	Plano de falha
VH-26	312028	6580021	120	80	Plano de falha
VH-27	312025	6580028	115	55	Veio de quartzo, possível observar as zonas de alteração micácea e caulinitica na borda do veio, 2,6 m de comprimento, 25cm de largura.
VH-28	312022	6580038	167	68	Veio de quartzo, meno espesso na base, mais largo no topo
VH-28	312022	6580038	336	60	Plano de falha
VH-28	312022	6580038	136	86	Plano de falha
VH-28	312022	6580038	185	75	Faturas preenchidas com veios quartzosos
VH-28	312022	6580038	160	63	Faturas preenchidas com veios quartzosos
VH-28	312022	6580038	125	70	Faturas preenchidas com veios quartzosos
VH-29	312017	6580036	178	85	Veio de quartzo, 1,30 m x 0,6 m, possível continuidade com o veio do ponto VH-27, zonas de alteração micácea e caulinitica na borda do veio
VH-30	311963	6579990	21	70	Plano de falha, rocha bastante alterada, possível observar leve orientação das micas, indicando maior proximidade com as encaixantes, presença de veio turmalinitizado
VH-31	311979	6579981	310	87	Veio (filão) de quartzo, 2,2 x 1,1 m
VH-31	311979	6579981	95	58	Plano de falha
VH-31	311979	6579981	51	60	Plano de falha
VH-31	311979	6579981	90	61	Plano de falha
VH-32	311994	6579986	321	50	Plano de falha
VH-32	311994	6579986	53	80	Plano de falha
VH-33	312007	6579986	313	70	Veio de quartzo de 1,8 x 0,5 m, com alteração caulinitica na borda
VH-34	312005	6580001	172	66	Plano de falha com uma crosta quartzosa cobrindo todo o plano
VH-34	312005	6580001	175	68	Plano de falha com uma crosta quartzosa cobrindo todo o plano
VH-35	311994	6579994	172	64	Plano com crosta quartzosa
VH-35	311994	6579994	104	67	Plano sem crosta quartzosa
VH-36	311956	6580028	8	64	Vários plano de falha com espaçamento de 15-30 cm entre os planos
VH-36	311956	6580028	15	75	Vários plano de falha com espaçamento de 15-30

					cm entre os planos
VH-36	311956	6580028	24	72	Vários plano de falha com espaçamento de 15-30 cm entre os planos
VH-36	311956	6580028	30	80	Vários plano de falha com espaçamento de 15-30 cm entre os planos
VH-36	311956	6580028	28	82	Vários plano de falha com espaçamento de 15-30 cm entre os planos
VH-37	311961	6580038	340	50	Plano de falha
VH-37	311961	6580038	324	62	Plano de falha
VH-37	311961	6580038	30	79	Plano de falha
VH-38	311978	6580042	330	70	Plano de falha
VH-39	311985	6580170			Poço - Galeria, Filão do coqueiro?
VH-40	312029	6580175			Poço - Galeria, Filão do coqueiro?
VH-41	312008	6580071			Poço - Galeria
VH-42	312126	6579936			Poço - Galeria
VH-43	312180	6579922			Poço - Galeria
VH-44	312224	6579946			Valeta - trincheira, azimute 320°
VH-45	311997	6580080	115	86	Fratuira no granito alterado
VH-45	311997	6580080	102	75	Fratuira no granito alterado
VH-46	311979	6580078	332	89	Fratuira com veio menor que 1 cm. Granito alterado, 75% de mica, coloração esbranquiçada e acinzentada.
VH-47	311974	6580094	324	86	Plano de fratura bem desenvolvido, com veio de quartzo menor que 1 cm
VH-47	311974	6580094	234	63	Plano com fratura, caulinitização e prováveis estrias de falha
VH-48	311972	6580110	136	83	Strike-slip provavelmente sinistral?
VH-48	311972	6580110	45	2	Estrias. Repetitividade de planos de falha
VH-48	311972	6580110	44	20	Estria.
VH-48	311972	6580110	134	85	Plano com estrias
VH-49	311963	6580110	124	48	Veio pegmatítico, micáceo.
VH-50	311967	6580111	67	79	Plano de fratura
VH-50	311967	6580111	132	45	Veio pegmatítico, micáceo.
VH-51	312282	6580363			Poço
VH-52	312108	6580265			Poço
VH-53	312084	6580262			Poço, entrada de galeria, filão João Rodrigues?
VH-54	312092	6580254			Entrada de galeria, filão 2?
VH-55	312062	6580292			Entrada da galeira do aplainamento
VH-56	312082	6580294			Poço