



**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E TIPOLOGIA DOS ZIRCÕES DOS
GRANITÓIDES ASSOCIADOS A DEPÓSITOS EPITERMAIS NA REGIÃO DA
MINA DA GALENA, AMARAL FERRADOR,RS.**

Porto Alegre, 26 de novembro de 2014

BRUNO MELO TRENNEPOHL

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E TIPOLOGIA DOS ZIRCÕES DOS
GRANITÓIDES ASSOCIADOS A DEPÓSITOS EPITERMAIS NA REGIÃO DA
MINA DA GALENA, AMARAL FERRADOR/RS.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia junto a disciplina Projeto Temático III, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em geologia.

Orientadores: Prof. Dr. José Carlos Frantz

Prof^a Dr^a Juliana Charão Marques

Porto Alegre, 26 de novembro de 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de curso **CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E TIPOLOGIA DOS ZIRCÕES DOS GRANITÓIDES ASSOCIADOS A DEPÓSITOS EPITERMAIS NA REGIÃO DA MINA DA GALENA, AMARAL FERRADOR,RS**, elaborado por BRUNO MELO TRENNEPOHL, como requisito parcial para obtenção do grau de Geólogo.

Comissão examinadora:

Ana Maria Ribeiro-Althoff

Norberto Dani

Marcus V.D. Remus

Comissão dos projetos temáticos:

Prof. Dr. Marcus V.D. Remus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Trennepohl, Bruno Melo

Caracterização petrográfica e tipologia dos zircões dos granitóides associados a depósitos epitermais na região da Mina da Galena, Amarel Ferrador, RS . / Bruno Melo Trennepohl. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2014.
[57 f.] il.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2014.

Orientador(es):Juliana Charão Marques
Coorientador(es):José Carlos Frantz

1. Amarel Ferrador 2. Depósitos Epitermais 3. Caracterização e tipologia Zircão 4. MEV I. Título.

CDU 55

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Miriam Alves

CRB 10/1947

..GRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus orientadores Prof^a Dr^a Juliana Charão Marques pelo incentivo e crédito ao meu trabalho e pelo despertar para o interesse geologia econômica e metalogenia.

À professora Maria do Carmo Pinto Gastal pelos esclarecimentos a cerca da parte de petrografia e interpretação de texturas ígneas do presente trabalho.

Ao meu pai Reiner a ao meu irmão Pedro pelo incentivo e paciência para ouvir as histórias e “causos” da geologia.

Ao amigo Thiago “Fernandão” pela obstinação pelos assuntos geológicos e por renovar o sentimento e a compreensão da geologia.

Ao amigo e colega Vicente “Panca” pela parceria durante toda a caminhada geológica da graduação.

Aos colegas de bolsa Ronei, Marco, Carlos, Francisco, Marcela e Diana, pela vivência de grupo e pelo suporte.

A toda tribo CAEGANG que sempre esteve pronta para a construção do conhecimento através do debate e da argumentação. A vivência possibilitada pelo centro acadêmico deveria ser sempre incentivada e aprimorada, pois aprimora o conhecimento geológico de uma forma única.

SUMO

Na porção leste do Escudo Sul-Riograndense, no município de Amaral Ferrador, ocorre uma mineralização de galena que foi parcialmente explorada pela empresa Galena Mineração Ltda. Estudos anteriores de mapeamento geológico, petrografia, geoquímica de solos e geofísica permitiram caracterizar o depósito como do tipo epitermal de baixa sulfetação. Esse depósito foi relacionado a pequenas intrusões de corpos rasos que intrudem rochas graníticas, possivelmente pertencentes à Fácies Cerro Grande da Suíte Granítica Dom Feliciano. Em sistemas

hidrotermais epitermais são esperados diversos depósitos similares em uma mesma região. Recentemente, a partir de dados de sedimento de corrente, foram definidas novas áreas com potencial para ocorrência de mineralizações. O presente estudo visa realizar um reconhecimento geológico destas áreas e coletar amostras representativas das litologias regionais para dar suporte a futuros estudos de geocronologia U-Pb em zircão. Através de trabalhos de campo, verificou-se a presença de abundante alteração hidrotermal nas áreas com anomalias positivas e foram reconhecidas três litologias distintas: Monzogranito, Sienogranito e Riolito porfirítico, todos relacionados possivelmente com a Suíte Granítica Dom Feliciano. A partir das amostras coletadas, foi realizada uma caracterização petrográfica detalhada. Sugere-se que o Sienogranito e o Riolito sejam as unidades com maior potencial para geração de mineralização. Foram separados zircões do Monzogranito, a litologia regional mais abundante e principal hospedeira de mineralizações para análise tipológica dos grãos. Verificou-se a existência de núcleos herdados em grande parte dos grãos, o que permitirá futuramente a determinação da idade de cristalização da hospedeira e fornecerá informações do antigo embasamento desta área. Estudos geocronológicos futuros para os demais litotipos são recomendados.

ABSTRACT

In the eastern portion of Rio Grande do Sul Shield, in the vicinity of the city Amaral Ferrador occurs a galena mineralization, which was explored by the company Galena Mining Ltd. Previous studies of geological mapping, petrography, soil geochemistry and geophysics allowed to classify the deposit as low sulfidation epithermal type. This deposit was related to small shallow intrusions that crosscut

granitic rocks, the latter possibly belonging to the facies Cerro Grande of the Dom Feliciano Granitic Suite. Another similar deposits are expected to occur nearby in epithermal hydrothermal systems . Recently, stream sediment data, showed new potential areas for this type of mineralization. This study conduct a geological survey of these areas and provide representative samples of regional lithologies for future U-Pb zircon geochronology studies. Field works revealed the presence of abundant hydrothermal alteration in the positive anomaly areas and three types of lithologies were recognized : monzogranite , syenogranite and porphyritic Rhyolite, all possibly related to the Granitic Suite Dom Feliciano . A detailed petrographic characterization was carried. The petrography data suggests that the syenogranite and Rhyolite are the units with the greatest potential for generating the mineralization. Zircons from the monzogranite, the most abundant lithology, ,were collected for typological analysis . We verified the existence of inherited xenocristic cores in most samples. These allow not only determinate the age of crystallization, but as well provide information about this area's ancient basement. Future geochronological studies are recommended.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 PROBLEMAS, PREMISSAS, HIPÓTESES E TÉCNICAS DE SOLUÇÃO.	14
1.1.1. Problema.....	14

1.1.2. Premissa.....	14
1.1.3. Hipóteses.....	15
1.1.4. Técnicas de Solução.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo Geral.....	16
2.2. Objetivos Específicos.....	16
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO.....	16
4. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	17
4.1. Geologia Regional.....	17
4.1.1. A Suíte Granítica Dom Feliciano.....	22
4.2 GEOLOGIA LOCAL.....	27
4.2.1.Litologia.....	27
4.2.2. Mineralizações.....	28
4.2.3. Estruturas.....	29
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
5.1. Compilação de Dados e Revisão Conceitual.....	32
5.2 Elaboração SIG	32
5.3 Trabalhos de Campo.....	34
5.4 Etapas de laboratório.....	34
5.4.1. Análise Petrográfica.....	34
5.4.2. Preparação das Amostras	34
5.4.3. Imageamento.....	36
5.4.4. Caracterização do Zircão.....	36
5.4.4.1. Zircão.....	36
5.4.4.2. Texturas Zonadas em zircões ígneos.....	37
5.4.4.3. Núcleos Xenocristálicos.....	38
5.4.4.4. Fenômenos Tardi-magmáticos.....	39

6. RESULTADOS	40
6.1. Geologia.....	40
6.1.1. Monzogranito.....	43
6.1.2. Sienogranito.....	46
6.1.3. Riolito Porfírico.....	49
6.2. Carcterização Zircões Monzogranito.....	52
6.2.1. Descrição Macroscópica.....	52
6.2.2. Descrição Texturas Internas.....	53
7. DISCUÇÕES.....	59
8. CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	62

X

a 1 : Mapa de localização de Amaral Ferrador.....	17
Figura 2: Mapa de anomalias Bouguer para o escudo Sul-Rio-grandense.....	18
Figura 3: Mapa mostrando a distribuição das suítes intrusivas constituintes do CDFL.....	20
Figura 4: Campos composicionais das suítes intrusivas que compõem o CDFL.....	22

Figura 5: Mapa das subdivisões por tipos litológicos para a região de AF.....	25
Figura 6: Mapa geológico do ESRG, mostrando em detalhe a área estudada.....	32
Figura 7: SIG confeccionado na etapa de pré-campo.....	33
Figura 8: Etapas da fase de preparação das amostras de zircão.....	35
Figura 9: Padrões zonados de zircões magmáticos em imagens de CL.	38
Figura 10: Aparência de núcleos xenocrísticos em rochas magmáticas e metamórficas de alto grau.....	39
Figura 11: Imagens backscattering de zircões com textura esponjosa devido a processos hidrotermais.....	40
Figura 12: Feições geológicas encontradas próximas as áreas anômalas. . a- Fragmentos de veios de quartzo pegmatóides formando drusas de quartzo leitoso no ponto AF-10.; b- Injeções pegmatóides quartzo-feldspáticas no ponto AF-16.;c- Seixos de rocha granítica leucocrática, coletada no ponto AF-13, rica em venulações de quartzo leitosos e com abundante alteração para argilomineral de cor verde.; d- Seixo de monzonito coletado no ponto AF-08 com plagioclásio caulinizado e banda com forte alteração para hematita.	41
Figura 13: SIG do pós-campo com os pontos descritos.....	42
Figura 14: Aspectos gerais de campo da litologia Monzogranito. a- Aspecto geral do monzogranito no ponto AF-03.; b-Injeções de rocha granítica leucocrática fina cortando o monzogranito no ponto AF-03.; c- Veios de quartzo leitoso intrudindo o monzogranito com foliação magmática no ponto AF-09.; d- Monzogranito porfirítico foliado, apresentando autólitos de biotita paralelos a foliação magmática no ponto AF-04.....	43
Figura 15: Aspectos macroscópicos da litologia Monzogranito. a- Foliação magmática marcada pelo alinhamento dos cristais de k-feldspato e biotita no ponto AF-04. b- Porção de granulometria mais fina descrita no ponto AF-09.; c- Feições de acumulação de cristais em amostra do ponto AF-03.; Textura seriada com fenocristais de k-feldspato e plagioclásio em amostra do ponto AF-09.....	44
Figura 16: Feições petrográficas microscópicas em LP da litologia Monzogranito. a- Agregado de biotita com transformação para clorita.; b- Zircão euédrico com padrão zonado associado a biotita e opacos.; c- Agregado de biotita com transformação para clorita.; d- Plagioclásio maclado com inclusões de opacos e alteração sericitica.; e- K-feldspato com inclusões de biotita, plagioclásio, quartzo e opacos.; f- Aspecto geral da matriz da rocha.....	46

Figura 17: Aspectos gerais de campo da litologia Sienogranito. . a- Crista geomorfológica avistada a partir do ponto AF-05.; b- Seixos de quartzo leitoso e rocha granítica leucocrática com alteração para argila verde coletados no ponto AF-02.; d- Amostra de mão do sienogranito equigranular fino coletado no ponto AF-01.; c- Bloco de fragmento de veio pegmatóide coletado no ponto AF-05.....47

Figura 18: Aspectos petrográficos microscópicos em LP da litologia sienogranito. a- Plagioclásio com macla polisitética e alteração sericítica incipiente. b- Muscovita alterando biotita entre os grão de plagioclásio, k-feldspato e quartzo.; c- intercrescimento gráfico nos cristais de k-feldspato, caracterizando textura granofírica. d- Clorita subédrica a euédrica nos interstícios dos grãos. e- Aspecto Geral da Matriz.; f- biotita preenchendo fraturas.; g- Mirmequitos entre os grão de plagioclásio e k-feldspato.; h- Microclínio com macla xadrez pouco alterado.....49

Figura 19: Aspectos de campo e macroscópicos dos Riolitos Porfíricos. a- Afloramento circular do Riolito em área de empréstimo. b- Corte em perfil mostrando contato da intrusão com encaixante. d- Feições da rocha encaixante próximo ao contato mostrando reticulado de veios e fraturas preenchidas por material argiloso em matriz intensamente alterada. c- Amostra de mão da rocha intrusiva do ponto AF-17.....50

Figura 20: Feições petrográficas microscópicas em LP dos Riolitos Pórfíricos. . a- Agregados de fenocristais de quartzo e feldspato.; b- Fenocristal de quartzo sendo com fraturamento e desagregação. c- Fenocristal de k-feldspato intensamente fraturado, com fraturas preenchidas por óxido de ferro e inclusão de plagioclásio.; d- Veios de quartzo macrocristalino.; e- Porção da matriz com maior concentração de cristais de biotita.; f- Fenocristal de plagioclásio rico em fraturas e inclusões.; g- Fenocristal subédrico de k-feldspato com macla simples.; fenocristal euédrico de plagioclásio com macla polissintética.....52

Figura 21: *mount* da amostra AF-09.....53

Figura 22: Imagens de elétrons secundários da amostra AF-09.....56

Figura 23: Imagens de catodoluminescência da amostra AF-09.....57

Figura 24: Imagens de elétrons secundários da amostra AF-14.....58

Figura 25: Imagens de catodoluminescência da amostra AF-14.....59

1. Introdução

As rochas da Suíte Granítica Dom Feliciano pertencentes ao contexto de formação das mineralizações associadas aos depósitos epitermais na região de

Amaral Ferrador carecem de informações geocronológicas detalhadas que permitam auxiliar nas interpretações quanto ao entendimento da potencialidade econômica destes depósitos.

Depósitos do tipo epitermal constituem uma grande variedade de depósitos de metálicos de elementos como Pb, Zn, Ag e Au além de uma série de outros elementos com interesse econômico, o que motiva a construção de conhecimento acerca do assunto no meio acadêmico a décadas.

O depósito da mina da Galena, em Amaral Ferrador-RS, recentemente explorada para Pb, foi interpretado como pertencente ao modelo de depósitos epitermais de baixa sulfetação com características de sulfetação intermediária (Henrichs, 2010) associado a intrusões Sub-vulcânicas (Rost, 2006). As mineralizações na região possuem controle tectônico, e não ocorrem de forma isolada (Garcia, 2013).

O presente estudo utilizou mapas de anomalia de elementos em sedimentos de corrente (Garcia, 2013) como guia para orientar a coleta de amostras para a caracterização petrográfica e tipológica dos zircões para futura datação. Estas informações ajudarão a compor o contexto das relações geocronológicas das rochas existentes na região estudada.

Frente à possibilidade de existirem novos alvos mineralizados na região da mina e do nível limitado de detalhamento geocronológico para as diferentes unidades que compõem o Cinturão Dom Feliciano Leste, o presente estudo futuramente será de grande importância para o entendimento da evolução temporal das unidades relacionadas às mineralizações na região da Mina Galena, assim como ajudará a compor o acervo geocronológico do Cinturão Dom Feliciano.

1.1. Problema, premissas, hipóteses e técnicas de solução

1.1.1. Problemas

As rochas da Suíte Intrusiva Dom Feliciano, Fácies Serra Grande e Cerro do Herval, que são hospedeiras de depósitos do tipo pórfiro-epitermal na região da Mina da Galena em Amaral Ferrador-RS, não possuem dados geocronológicos específicos na área.

As Mineralizações na região são interpretadas como decorrentes de processos de geração de zonas de alteração hidrotermal a partir de corpos granito pórfiro de pequeno porte intrudidos em zonas de falha.

Os dados geocronológicos disponíveis não são específicos para a região, dificultando assim as interpretações sobre a evolução temporal das rochas presentes no contexto das áreas mineralizadas.

1.1.2. Premissas

Existem dados disponíveis para a região em trabalhos anteriores como os de Rost (2006), Henrichs (2010) e de Garcia (2013). Os dois primeiros trabalhos fornecem dados quanto à caracterização do paleossistema hidrotermal responsável pelas mineralizações e fornecem também uma proposta de modelo de formação, respectivamente. O trabalho apresentado por Garcia (2013) utilizou informações dos trabalhos supracitados aliados aos dados de prospecção geoquímica realizados pela CPRM para confeccionar mapas de anomalias de elementos e minerais na área da Mina da Galena que serviram de guia para a estruturação do presente trabalho. Estes trabalhos suportam a idéia de que os depósitos do tipo epitermal foram controlados por intrusões de pequeno porte em terreno granítico, sendo cabíveis, desta forma, as técnicas propostas para posterior datação U-Pb em zircão por LA-ICP-MS.

1.1.3. Hipótese

A hipótese do presente estudo é a de que: a produção de novos dados de campo, de caracterização petrográfica, e de correlação estratigráfica, atrelados ao

estudo tipológico dos zircões das rochas graníticas associadas aos depósitos do tipo epitermal presentes na região da Mina da Galena, constitui um estudo de suma importância para interpretações geocronológicas posteriores. Dentro da possibilidade de obtenção dos dados geocronológicos, também é levantada a hipótese de que estes auxiliarão no entendimento das relações de estratigráficas dos corpos graníticos relacionados às mineralizações, com possível identificação de contemporaneidade entre as diferentes áreas o que conseqüentemente ajudará na avaliação da potencialidade econômica destas.

1.1.4. Técnicas de solução

Para que a hipótese mencionada anteriormente seja testada, serão utilizadas as seguintes técnicas: Pesquisa e compilação de dados prévios, elaboração de um SIG, trabalho de campo, análises petrográficas (macroscópica e microscópica), Imageamento por catodoluminescência, análise textural e morfológica dos zircões para futura datação geocronológica U-Pb em zircão.

A pesquisa e compilação de dados prévios foram importantes principalmente para o conhecimento do nível de detalhamento geocronológico no Cinturão Dom Feliciano Leste assim como para o reconhecimento de áreas que carecem de dados ou maior detalhamento. O sensoriamento remoto foi utilizado principalmente para auxiliar o trabalho de campo. As análises petrográficas tiveram como intuito o reconhecimento e caracterização das litologias presentes a serem datadas. O imageamento por catoluminescência foi utilizado para a caracterização das texturas internas e para obtenção de imagens que servirão como guia para os processos posteriores de datação. A datação geocronológica por U-Pb em zircão será realizada posteriormente com objetivo de apoiar novas interpretações para a região.

2. Objetivos gerais e específicos

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo a caracterização petrográfica de granitóides presentes região de estudo em Amaral Ferrador e caracterização tipológica dos zircões para apoio a futuras datações geocronológicas. As datações propiciarão uma melhor compreensão do contexto geológico regional.

2.2. Objetivo Específico

Realizar levantamento de campo em áreas previamente apontadas como anômalas por Garcia (2013) para reconhecimento de unidades graníticas dominantes e identificar presença de alteração hidrotermal ou não. Realizar coleta de amostras para fins de geocronologia U-Pb em zircão. Realizar separação de zircão e detalhar as características tipológicas para futuros trabalhos geocronológicos.

3. Localização da área de investigação

A área de estudo do presente trabalho situa-se na porção leste do Escudo Sul-Rio-Grandense (Fig.01), nas proximidades do município de Amaral Ferrador, situado às margens do Rio Camaquã. Para ter acesso ao município deve-se percorrer, partindo de porto alegre, a BR-116 no sentido sul até a cidade de Cristal, a partir da qual, em direção oeste, são percorridos mais cerca de 30 km em estrada secundária até a sede do município.

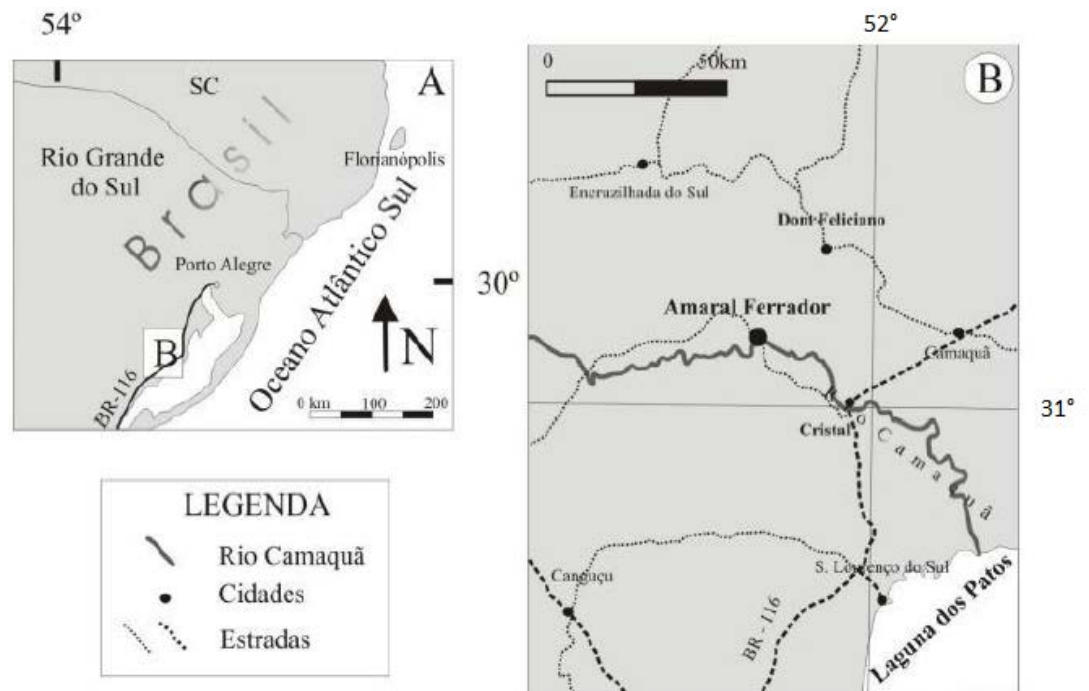


Figura 1: Mapa de localização de Amaral Ferrador (extraído de Rost, 2006)

4. Contexto geológico

4.1. Geologia Regional

O Escudo Sul-Riograndense pode ser dividido de diferentes formas. Uma das divisões mais simplificadas e conceituadas para o Escudo-Sul-Rio-Grandense se dá da seguinte forma: Craton Rio de la Plata, (Almeida *et al* 1973), uma área cratônica no extremo oeste; e Cinturão Dom Feliciano (Fragoso-César, 1980), uma faixa móvel brasileira neoproterozóica situada na parte sudeste da província da Mantiqueira (Jost e Hartmann, 1984) que possui, de forma genérica, um arco magmático juvenil a oeste (Babinski *et al*, 1996) e um arco magmático continental na parte leste (Frantz *et al*, 2000) (Fig.3A).

Outra compartimentação bem aceita do ESRG divide o escudo em Craton Rio de la Plata, cinturões móveis Tijucas, Vila Nova e Dom Feliciano e associada a estes terrenos uma bacia de back-arc do brasileiro.

Do ponto de vista geofísico o ESRG pode ser dividido, a partir de descontinuidades gravimétricas e aeromagnéticas, em três domínios principais: um Oriental, um Central e um Ocidental (Fig.2) (Fernandes *et al.*, 1995).

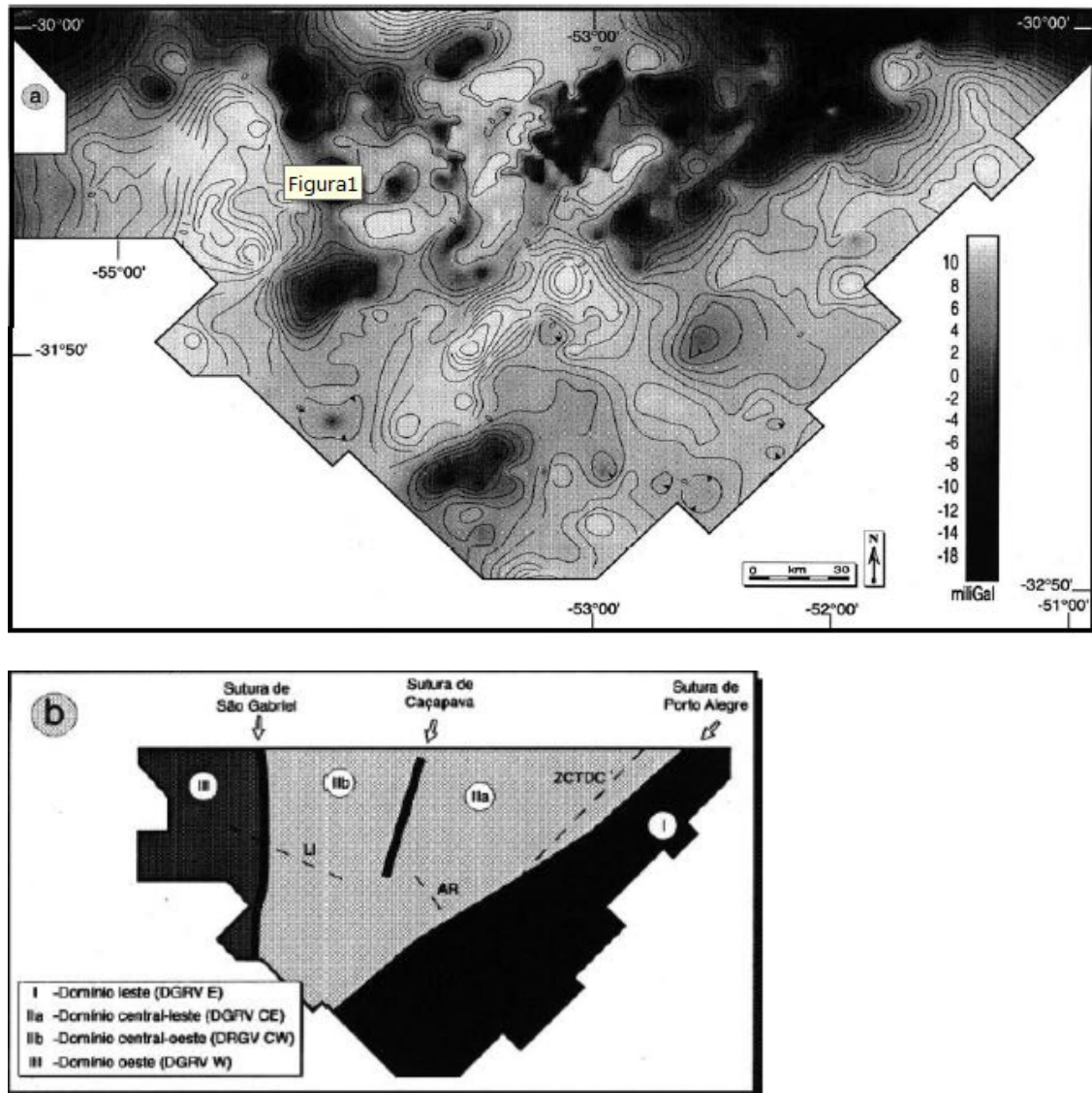


Figura 2: Mapa de anomalias Bouguer para o escudo Sul-Rio-grandense. Os quatro maiores domínios são: I-Domínio gravimétrico oriental; IIa- Domínio gravimétrico centro-leste; IIb- Domínio gravimétrico centro-oeste; III- Domínio gravimétrico ocidental. ZCTDC – Zona de cisalhamento transcorrente Dorsal de Canguçu. LI – Lineamento Ibaré. (extraído de Fernandes *et al.*, 1995).

Domínio Oriental: seqüências plutônicas predominando granitóides cálcio-alcalinos. É separado do Domínio Central pela sutura de Porto Alegre.

Domínio Central: É subdividido pela Sutura de Caçapava do Sul em segmento centro-leste e centro-oeste. O primeiro é constituído por granitóides, seqüências

supracrustais e septos paleoproterozóicos do embasamento que foram distribuídos estruturalmente em uma faixa de direção NE nas fases finais da orogênese Dom Feliciano pela Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal do Canguçu. A parte centro-oeste possui como característica mais marcante a presença de um segmento juvenil neoproterozóico dentre outras unidades geológicas.

A partir de interpretações dos estudos geofísicos Os Domínios Central e Oriental foram definidos como Cinturão Dom Feliciano.

Domínio Ocidental: Representado pelo Cráton Rio de la Plata que é constituído principalmente de rochas granulíticas paleoproterozóicas a arqueanas. O Domínio Ocidental é separado do Central pela sutura de São Gabriel e pelo Lineamento Ibaré.

A área do presente estudo, do ponto de vista geofísico, esta situada no Domínio Gravimétrico Oriental e em parte do Domínio Central Leste, desta forma estando inclusa na área referida como Cinturão Dom Feliciano Leste (Frantz e Botelho, 2000).

De forma geral o Cinturão Dom Feliciano Leste é constituído por um terreno granito-migmatítico concebido como um batólito composto, multi-intrusivo e polifásico resultante de processos tectônicos distintos e sucessivos que foi originalmente denominado Batólito Pelotas (Fragoso-César *et.al.*, 1986). Os avanços posteriores sobre o CDFL permitiram compreender melhor as unidades que o compõem, podendo assim individualizar e relacionar estas aos diferentes estágios de evolução do Cinturão Dom Feliciano. Interpretações mais recentes concebem o CDFL como um arco magmático continental exposto e erodido de forma diferencial (Frantz *et al.*, 2000).

A evolução cinemática, assim como o controle das intrusões graníticas que compõem o Cinturão Dom Feliciano Leste (CDFL) se deu em três regimes tectônicos distintos durante o ciclo Brasiliano, primeiramente por um regime deformacional tangencial com transporte tectônico de leste para oeste e posteriormente por um regime deformacional trascorrente (Jost, 1981; Frantz *et al.*, 1984; Jost *et al.*, 1984; Fernandes *et al.*, 1990) e ao final por um regime pós trascorrente extencional.

Os granitóides que compõem o CDFL foram agrupados segundo os regimes tectônicos que condicionaram sua gênese, idades e tipos de magmatismo (Fig.3B) da seguinte forma:

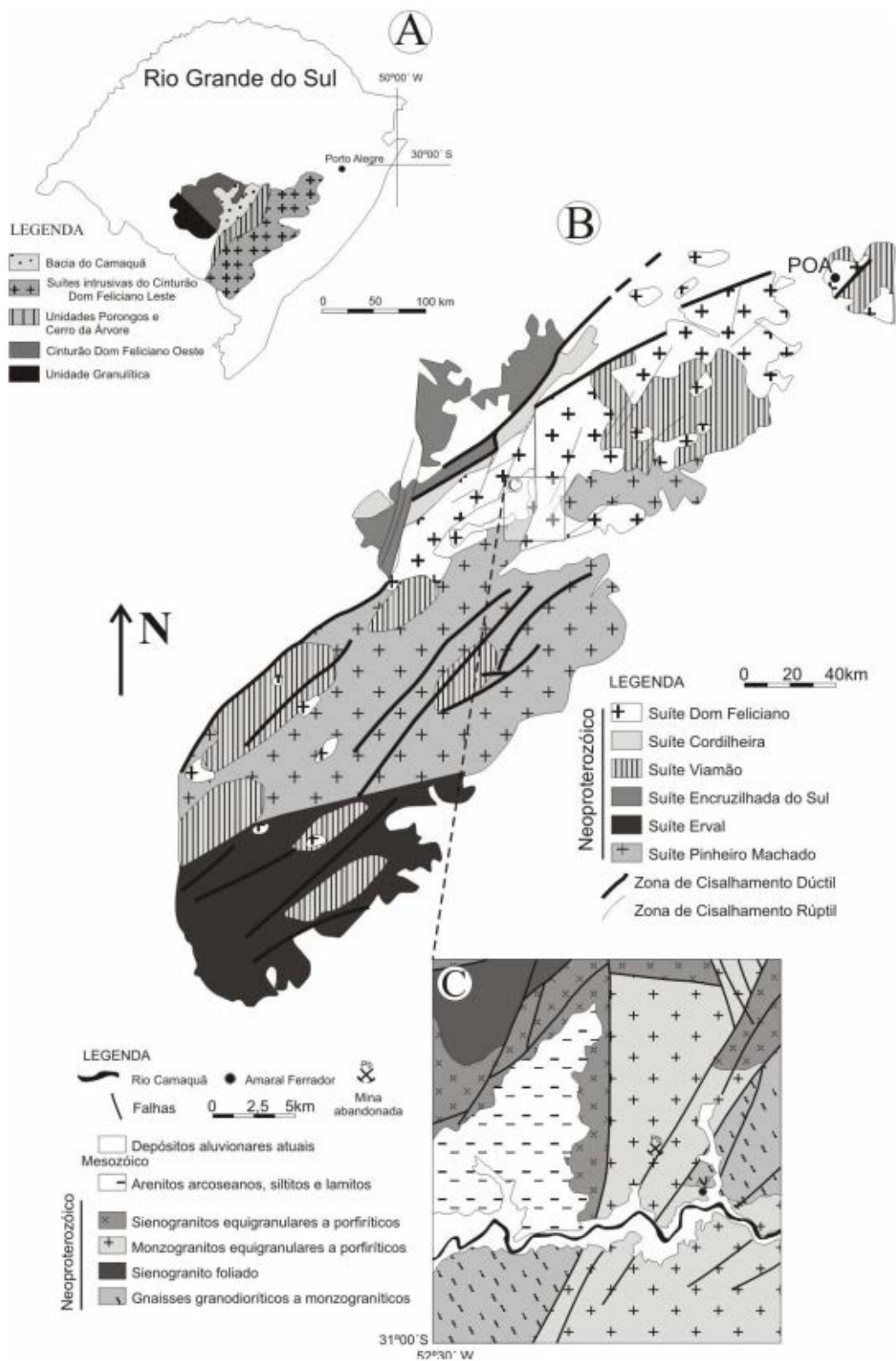


Figura 6: Mapa mostrando a distribuição das suítas intrusivas constituintes do CDFL. (Extraído de Rost, 2006)

Suíte Pinheiro Machado (SPM): É a suíte mais antiga do CDFL o que é evidenciado pela presença de foliação de baixo ângulo relacionada ao regime tectônico tangencial. Dentre as suítes que constituem o CDFL é a mais expressiva cobrindo cerca de 30% de sua área(Fig.3), é também a única suíte de composição expandida (Fig.4). São comuns evidências de mistura de magmas, assim como a presença de enclaves e xenólitos.

Suíte Erval (SE) (Philipp, 1998): Compreende a porção extremo-sul do BP e cobre cerca de 20% de sua área(Fig.3). A SE é intrudida pelas suítes Viamão, Cordilheira e Dom Feliciano, sendo interpretada como pré-transcorrente. A suíte possui composição homogênea e mostra pouca variação composicional (Fig.4).

Suíte Viamão (SV) (Philipp,1998): Se distribui por todo o CDFL cobrindo cerca de 15% de sua área(Fig.3), e é interpretada como sin a tardi-transcorrente. A SV possui rochas porfíricas a granulares de composição predominantemente monzonítica (Fig.4). São inclusos nesta suíte por Phillip os seguintes granitos: Viamão, Monte Bonito (Philipp, 1990), Arroio Moinho (Gomes, 1990), Coxília do Fogo (UFRGS, 1995), Chasqueiro (Trainini, 1987), Independência (Shneider *et al.* 1974) e Arroio dos Kaster. Estão inclusos aqui nesta suíte corpos que são interpretados (Ramgrab, 1997) como pertencentes a Suíte Granítica Dom Feliciano Fácies Cerro Grande.

Suíte Encruzilhada do Sul (SES) : Ocorre na parte nordeste do CDFL cobrindo cerca de 10% de sua área (Fig.3), e é interpretada como sin a tardi-transcorrente. Predominam na SES monzogranitos e sienogranitos (Fig.4).

Suíte Cordilheira (SC): Esta Suíte granítica restrita a parte oeste do CDFL é caracterizada por um granito duas micas e cobre cerca de 5% do BP (Fig.3) formando corpos graníticos alongados paralelos a Zona de Cisalhamento Dorsal do Canguçu(ZCDC). A SC possui caráter sintectônico e sin-transcorrente em relação à ZCDC. Composicionalmente predominam monzogranitos e sienogranitos (Fig.4).

Suíte Dom Feliciano (SDF): Compreende aproximadamente 20% da área do CDFL e aflora preferencialmente na parte norte do mesmo (Fig.3). É a suíte mais jovem do BP como indica seu posicionamento posterior as zonas de cisalhamento de alto ângulo da ZSDC. Na SDF predominam sieno a monzo e álcali feldspato granitos (Fig.4) leucocráticos finos a grossos (2-8mm) com texturas equigranulares com aplitos e pegmatitos associados assim como *greissens* mineralizados em cassiterita e veios de quartzo com sulfetos (galena).

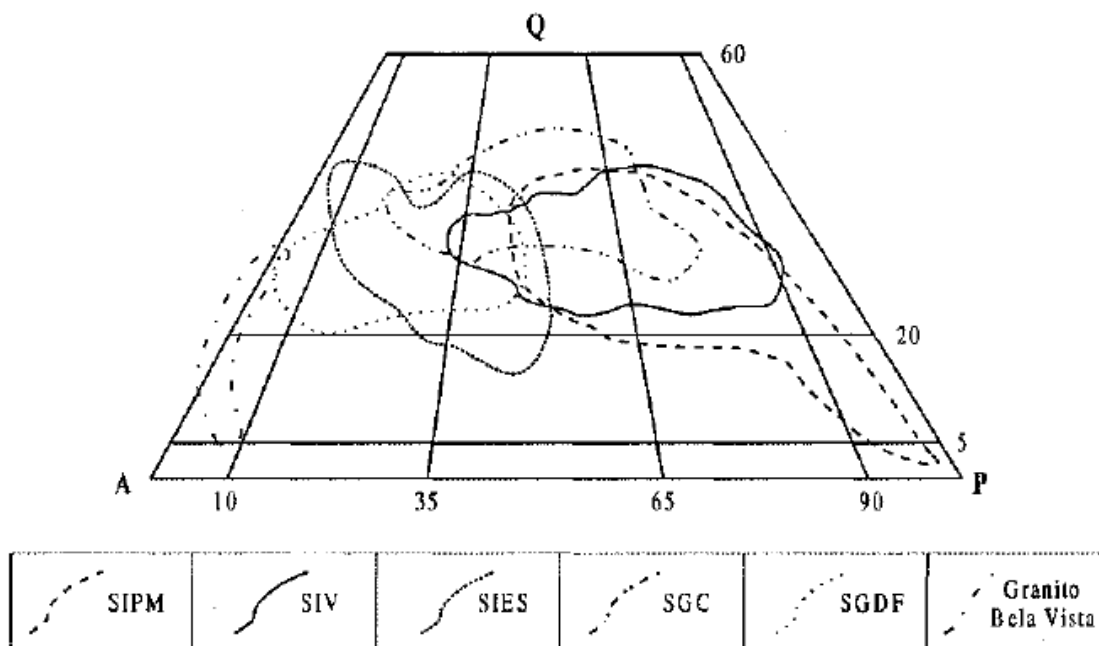


Figura 7: Campos composicionais das suítes graníticas intrusivas que compõem o CDFL. (extraído de Philipp *et.al.*, 2005)

Conforme estudo feito por Ramgrab (1997) as unidades presentes na área do presente estudo (Fig.3C) são as seguintes:

Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado: Unidade mais antiga contendo metagranitóides porfiríticos, mesocráticos, de coloração cinza, com enclaves de gnaisses tonalíticos e dioríticos

Suíte Granítica Dom Feliciano – Fácies Cerro Grande: Compreende monzogranitos porfiríticos de textura grossa que engloba enclaves mesocráticos.

Suíte Granítica Dom Feliciano – Fácies Serra do Herval: É formada basicamente por um granito rosado de textura equigranular, rico em feldspato, quartzo e com baixa quantidade de feldspato branco e mica.

Formação Sanga do Cabral: É uma porção sedimentar, onde se encontram conglomerados intraformacionais e arenitos conglomeráticos mal selecionados, que possuem por vezes uma estratificação cruzada acanalada e também uma estratificação planar de pequeno a médio porte.

Depósitos eluviais e coluviais: Compreende areias quartzosas de cor amarelo acastanhada, com granulometria, que variam entre fina e muito grossa, que apresentam grão subarredondados a arredondados, mal selecionados com laminação plano-paralela de grau incipiente.

Depósitos Quaternários: São compostos por sedimentos de origem aluvionar, que possuem frações de granulometria cascalhosa, arenosa e argilosa variando de semiconsolidadas a inconsolidadas.

4.1.1. A Suíte Granítica Dom Feliciano

Compreende corpos graníticos não deformados que afloram no Domínio Dom Feliciano, e cuja estruturação tectônica esta limitada a foliações localizadas, lineações de cisalhamento e brechações que possuem relação a colocação pós-tectônica desses corpos e/ou aos mecanismos de reativação de cisalhamento regionais, pioneiramente esta foi designada como Complexo Granítico Dom Feliciano por Tessari e Picada (1966) que posteriormente foi redefinida como Suíte Granítica Dom Feliciano por Fragoso Cesar *et al.* (1986) em função da homogeneidade petrográfica, litoquímica e isotópica existente entre os múltiplos plútons graníticos que a constituem.

A SGDF é se subdivide em três fácies principais, a fácies Cerro Grande, Fácies Serra do Herval e Fácies Subvulcânica. A Fácies Cerro Grande foi subdividida nos tipos Arroio Carajás, Cerro Grande e Barão do Triunfo e a Fácies Serra do Herval nos tipos Serra do Herval, Morrinhos e Microgranitos, a Fácies Subvulcânica abrange os Riolitos e ignimbritos Ana Dias e estão estritamente associados aos tipos Serra do herval e Morrinhos da Fácies Serra do Herval. O trabalho de Ramgrab (1997) classifica e subdivide estes da seguinte forma:

Monzogranito Tipo Arroio Carajá: Unidade aflorante na região de Amaral Ferrador e Dom Feliciano que possui boa exposição ao longo dos arroios Carajá e Ladrão e também em parte do Rio Camaquã, constitui a fácies monzogranítica da SDF mais amplamente distribuída na cidade de Porto Alegre. São rochas leucocráticas, cinza a cinza avermelhadas, texturalmente heterogêneas, normalmente equigranulares médias a grosseiras, contendo pórfiros centimétricos de k-feldspato que por vezes, localmente diminuem em quantidade e aumentam em tamanho, nestas porções são comuns a presença de megacristais de 5 cm a 7 cm imersos em uma matriz granular grosseira que materializam, em alguns locais, texturas de fluxo magmático. Posuem textura granular hipidiomórfica média a grossa (1,5 a 8,0 mm), com média em torno de 3,0mm, contendo localmente os pórfiros de k-feldspato do tipo ortoclásio com texturas micropertíticas e freqüentemente poiquilíticas e com inclusões de plagioclásio, quartzo, biotita e opacos, ocorrem também em cristais menores de forma intersticial. O plagioclásio ocorre normalmente zonado e quando em contato com os cristais de k-feldspato ocorre com uma franja mirmequítica. O quartzo é intersticial e ocorre eventualmente euédrico e também corroídos na forma de inclusões nos feldspatos alcalinos. O

máfico principal nestas rochas é a biotita, que pode estar acompanhada por hornblenda . Como acessórios os minerais mais importantes são a alanita e o esfênio que normalmente são euédricos e que, por vezes se destacam na trama da rocha. Ocorrem também, de forma subordinada, apatita, zircão e opacos. Como minerais secundários são comuns a sericita/muscovita (produto de alteração do plagioclásio que de forma seletiva substitui inicialmente o núcleo mais cálcico dos cristais) acompanhadas por clorita, opacos e epidoto

Monzogranito Tipo Cerro Grande: Compreende rochas granulares grossas a muito grossas, porfiríticas com quantidade grande de fenocristais de k-feldspato de cor cinza claro amarelados. Localmente englobam xenólitos de granodioritos com alto grau de assimilação. Sugere-se que seja um termo mais evoluído que o tipo Arroio Carajá em função da menor quantidade de xenólitos que contém sua granulação mais grossa e mais homogênea seu caráter mais leucocrático, com teor mais reduzido de máficos. Distingue-se da fácies Cerro Grande principalmente pelo maior tamanho e maior quantidade de fenocristais de k-feldspato de cor cinza claro que contrastam com os pórfiros vermelho-claro a rosados da fácies Arroio Carajá. Quanto à mineralogia de acessórios não difere muito da fácies Arroio Carajá apresentando, também, cristais de alanita (em maior quantidade e tamanho) e esfênio (maior tamanho e mais euédricos).

Monzorranito Tipo Barão do Triunfo: São rochas de cor cinza-claro rosadas, heterogranulares média a grossas, localmete pegmatóides. Destaca-se em afloramento por apresentar textura heterogranular seriada com pórfiros de k-feldspato e quartzo, que gradam para porções mais finas conferindo um aspecto bandado. Em campo é característica a sua estreita relação com os enxames de diques riolíticos, geneticamente e temporalmente associados ao Riolito Ana Dias. Em lâmina delgada apresenta textura porfirítica com fenocristais de ortoclásio micropertítico (5mm), plagioclásio (an10) normalmente zonado (1 a 3mm) e esporádicos pórfiros de quartzo (1 a 3mm) com formas arredondadas. O quartzo por vezes, mostra feições de instabilidade, como sugerida pelos contatos irregulares e bordos corroídos. Os fenocristais, de um modo geral, nucleiam crescimentos micrográficos, os quais invadem a matriz, formando um arranjo complexo que cobre toda a rocha. Quanto a matriz quartzo feldspática com textura micrográfica, destacam-se os agregados de minerais máficos, predominantemente biotita intercrescida simplecticamente com opacos e com menor frequência estão presentes alanita, zircão e apatita euédrica. Em alguns casos, ocorrem restos de hornblenda nucleando cristais de biotita. Sugere-se para esta fácies, levando em conta o bandamento ígneo, variações texturais associados à características petrográficas (como os intercrescimentos micrográficos) que se tratam de termos emplaçados em um nível crustal mais raso do que o dos Monzogranitos Arroio Carajá e Cerro Grande.

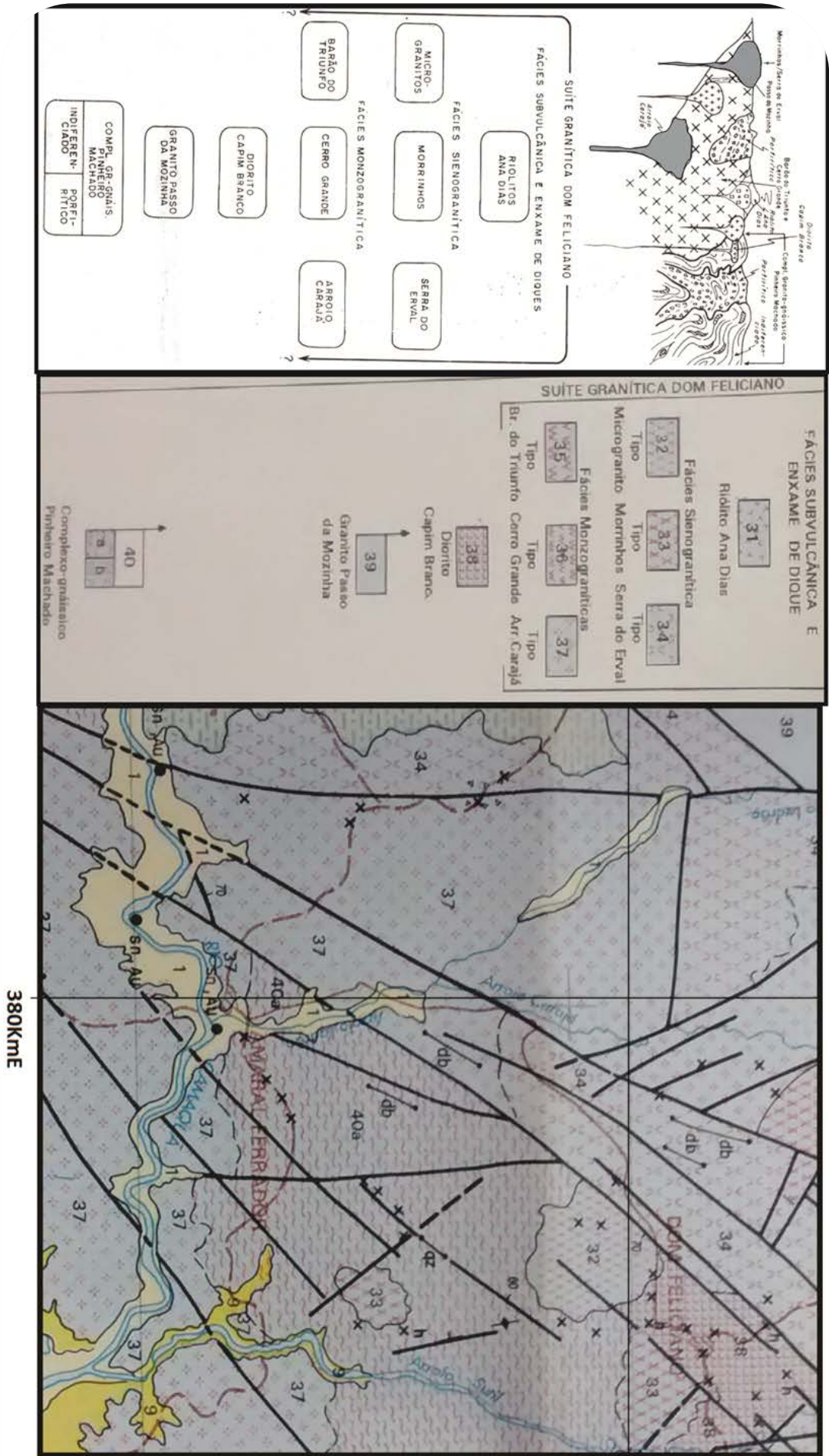


Figura 8: Mapa contendo as subdivisões por tipos litológicos para a região de Amaral Ferrador. (extraído de Ramgrab, 1997)

Sienogranito Tipo Serra do Herval: São múltiplos corpos sienograníticos alongados na direção NE que são intrusivos nos termos monzograníticos da fácies Cerro Grande e que de certa forma define o limite entre os domínios Dorsal do Canguçu e Dom Feliciano. Compreende rochas granulares médias a grossas, leucocráticas vermelhas a rosadas aonde se identificam como constituintes principais apenas o quartzo e o k-feldspato. A quantidade de minerais máficos em geral não ultrapassa 1%. Petrograficamente, apresentam textura equigranular média a grossa (0,5 a 0,6mm), localmente porfírica, onde o mineral predominante é o k-feldspato, representado por k-feldspato e microclínio micropertítico, que mostram inúmeras inclusões de plagioclásio. Duas fases de cristalização são evidenciadas, uma de forma subédrica precoce e outra intersticial tardia. O quartzo, em geral, é intersticial podendo ocorrer também como fenocristais, com bordos irregulares, sugestivos de corrosão. O plagioclásio (an08) apresenta-se zonado. A biotita apresenta-se comumente cloritizada e, em geral, associada a fluorita (cristais amebóides interpretados como fase tardia e intersticial. Como acessórios são comuns opacos e traços de allanita e zircão. É sugerido para o tipo Serra do Herval, em função das características de campo e petrográficas um emparelhamento em níveis muito rasos (epizonais) para essas intrusões.

Sienogranito tipo Morrinhos: São granitos que apresentam em geral limites bem definidos com suas encaixantes definindo *stocks* de contornos ovalados a circulares que ressaltam na topografia (principalmente quando alojadas em unidades mais antigas). Texturalmente e petrograficamente são extremamente homogêneos e correspondem a sienogranitos granulares médios a grossos, localmente porfíricos com fenocristais de k-feldspatos emersos em uma matriz de granulação média, possuem coloração vermelha e são praticamente isentos de máficos, que se restringem a algumas ocorrências localizadas de biotita. Petrograficamente mostram textura equigranular alotriomórfica média a porfírica, com diâmetro médio dos cristais em torno de 4mm. Predomina amplamente o k-feldspato (microclínio micropertítico), com intrusões de quartzo arredondado e plagioclásio, e apresentando crescimentos micrográficos. Os plagioclásios (an08-30) são subédricos a anédricos e, muitas vezes zonados. Além da biotita em geral cloritizada, ocorrem como acessórios, allanita, zircão e apatita, sendo comum a presença de veios preenchidos por quartzo, fluorita e clorita. Estes granitos são interpretados pela sua textura e petrografia como representantes do último evento magmático ácido da região com emparelhamento em regime estável a regime de crosta superior (epizona). Relacionam-se com as porções de cúpula granítica que se associam com rochas riolíticas (Riolito Ana Dias), tanto no topo como na borda dos corpos.

Microgranitos: São rochas granulares finas, leucocráticas, cinza-claro, rosadas a esbranquiçadas, apresentando um sutil bandamento, com níveis mais grosseiros, milimétricos a centimétricos, intercalados a matriz granítica predominantemente fina e contendo esporádicos fenocristais. Localmente se identificam

pequenas cavidades miarolíticas, centimétricas, atapetadas por cristais de quartzo. É comum a presença de xenólitos que correspondem a enclaves mesocráticos de cor cinza.

Riolitos e Ignimbritos Ana Dias: Correspondem a corpos de rochas riolíticas que afloram junto ao topo e nos bordos de alguns dos *stocks* graníticos do tipo Morrinhos ou ainda como diques de possança métrica cortando indistintamente todas as rochas graníticas. São rochas leuco a mesocráticas, geralmente avermelhadas e de textura porfirítica avermelhada, onde fenocristais de quartzo e de k-feldspato com dimensões entre 0,2 e 0,3cm e formas euédricas a subédricas se encontram emersos em uma matriz microcristalina. Petrograficamente apresentam textura porfirítica a seriada aonde fenocristais de feldspato e quartzo encontram-se emersos em uma matriz microcristalina, frequentemente micrográfica e/ou esferulítica. Os fenocristais ocorrem isolados, raramente em agregados glomeroporfiríticos, mostrando nos bordos uma estreita faixa de crescimento com textura micrográfica (rendilhado). São comuns os cristais de hexagonais de quartzo com contatos lobados (instabilidade e corrosão). O feldspato alcalino é a sanidina. Normalmente turva pelo fraturamento e oxidação, e com inclusões de plagioclásio, o qual também apresenta as bordas com textura micrográfica. O plagioclásio (oligoclásio-albita) tem formas tabulares e dimensões menores que o k-feldspato. A matriz é normalmente microcristalina, podendo apresentar esferultos esparsos, sendo comum a presença de palhetas de clorita. Como acessórios apresenta alguns agregados esparsos de biotita, normalmente cloritizada, opacos, epidoto, apatita e zircão. As evidências de campo, petrográficas e texturais, sugerem que essas rochas resultam de resfriamentos rápidos de magmas intrusivos a nível epizonal, constituindo a cúpula e as bordas de intrusões graníticas rasas ou intrusões hipoabisais na forma de diques e sendo, portanto, sinplutônicas ao Sienogranito Tipo Morrinhos, representando os últimos estágios magmáticos da SGDF.

4.2 Geologia Local

4.2.1. Litologia

As unidades litológicas presentes e descritas para área de Amaral Ferrador, segundo os estudos prévios específicos para a mesma (ROST. 2006. HENRICHES, 2010. GARCIA, 2013) são as seguintes:

Quartzo Pórfiro: Presente como intrusões graníticas locais de pequeno porte leucocráticas equigranulares finas com cristais pórfiros de quartzo prismático a arredondado e K-feldspato. Esta unidade está diretamente relacionada às mineralizações de Pb na região e apresenta associadas paragêneses de alteração hidrotermal características de depósitos epitermais.

Quartzo-monzonito: Representada por intrusões de pequeno porte de rochas melonocráticas a leucocráticas de cor cinza a branco com biotita. A textura é fina a média equigranular localmente porfirítica com fenocristais de plagioclásio e k-feldspato.

Suíte Intrusiva Dom Feliciano – Fácies Serra do Herval: Representada por corpos alongados na direção NE de rochas graníticas intrusivas de cor rosada com textura equigranular fina rica em feldspato e quartzo e com baixa quantidade de feldspato branco e de micas. Possui características intrusivas na Fácies cerro do Herval gerando apófises e veios que comumente cortam a foliação magmática das encaixantes (quando presentes).

Suíte Intrusiva Dom Feliciano – Fácies Cerro Grande: Compreende Monzonitos heterogêneos e granodioritos com estruturas de fluxo ígneo de direção média N40°E demarcada pelos grãos de biotita e fenocristais de k-feldspato. Possuem textura média heterogranular localmente porfirítica por vezes apresentando mega-cristais de k-feldspato.

Granodiorito:

Ocorre como três elipses na porção na porção central da área de estudo e tem padrões de relevo maciço suavizado semelhante ao Monzogranito, porém afloram em pequenos lajeados em beira de drenagens. Seus contatos com o Monzogranito na forma de uma elipse orientada para NNE são inferidos a partir da estruturação tectônica geral da área. Podem ser descritos como biotita-granodioritos melanocráticos, com textura equigranular fina a média. Localmente ocorrem anfibólio e xenocristais de k-feldspato (1 cm) apresentando, muitas vezes, bordas arredondadas.

Relações de contatos irregulares com leucogranito podem ser reconhecidas localmente, normalmente associadas a concentração de xenocristais de k-feldspato.

Riolito Porfirítico: As rochas representantes dessa unidade afloram como corpos elípticos maciços com cerca de 1Km de comprimento e constituem cerros altos na topografia da região. Os contatos com o Monzogranito são limitados por falhas nas bordas laterais deste corpo e possuem contatos tectônicos (lineamento na borda inferior do corpo maior), demais contatos destes corpos são tidos como intrusivos (inferidos). Os padrões de afloramento são de lajeados e blocos de diversas dimensões. Podem ser descritos como biotita riolitos com textura inequigranular porfirítica, com fenocristais de quartzo euédrico (até 1 cm) e biotita (0,5 cm) em uma matriz muito fina afanítica composta por quartzo e feldspato e tem como mineral acessório fluorita. Halos de milimétricos avermelhados de oxidação de biotita ocorrem no centro do corpo maior. Grande quantidade de quartzo macrocristalino pode ser encontrada próxima à falha principal do menor corpo aflorante.

4.2.2. Mineralizações

As mineralizações na área foram interpretadas, no mapeamento geológico realizado em 2003, como associadas a um ou mais controles litológicos (Quartzo-Pórfiro e Quartzo-Monzonito), atuando como possíveis agentes mineralizadores. Esta proposta foi aprofundada no decorrer do estudo e demonstrou uma correlação positiva entre a presença de veios, apófises e intrusões pórfiras e de quartzo-monzonitos com as zonas de maior intensidade de alteração hidrotermal e a maior presença de minerais sulfetados.

Outro controle importante e mais direto que envolvem também a presença de sulfetos, são zonas de alteração hidrotermal. As descritas previamente para o sistema mineralizante (Rost, 2006. Henrichs, 2010. Garcia, 2013.) são as seguintes: *zona argílica*, que envolve a formação de clorita, ilita/caolinita, limonita e raros epidoto e carbonato; *zona propílitica* (Rost, 2006), contendo clorita carbonato e epidoto. *zona filítica*, envolvendo a formação de mica branca, hematita/limonita e raros epidoto e carbonato; e, *zona silicificada*, que consiste de quartzo e/ou calcedônia, hematita/limonita, mica branca/ilita e fluorita.

Os minerais metálicos presentes estão concentrados principalmente em estruturas, e podem ser relacionados a dois tipos principais de alteração: pirita + calcopirita ± galena ± magnetita ± pirrotita relacionados à alteração propílitica; e galena + calcopirita.

4.2.3. Estruturas

As zonas de alteração hidrotermal apresentam controle estrutural com variações nas direções de falhas e fraturas preenchidas por material hidrotermal. As direções principais, no entanto, variam entre N15E a N30E como intervalo de maior frequência. As direções de falhas e fraturas com variação entre N15E e N-S e entre N-S e N30W, também atuam como estruturas preferenciais que controlam zonas de alteração hidrotermal.

O aumento da intensidade de alteração tem relação direta com estruturas do tipo brechas, falhas, veios e fraturas. As estruturas geradas durante o estágio de preenchimento de quartzo \pm sericita \pm hematita estão relacionados a uma zona de cisalhamento dútil transcorrente. (Rost, 2006).

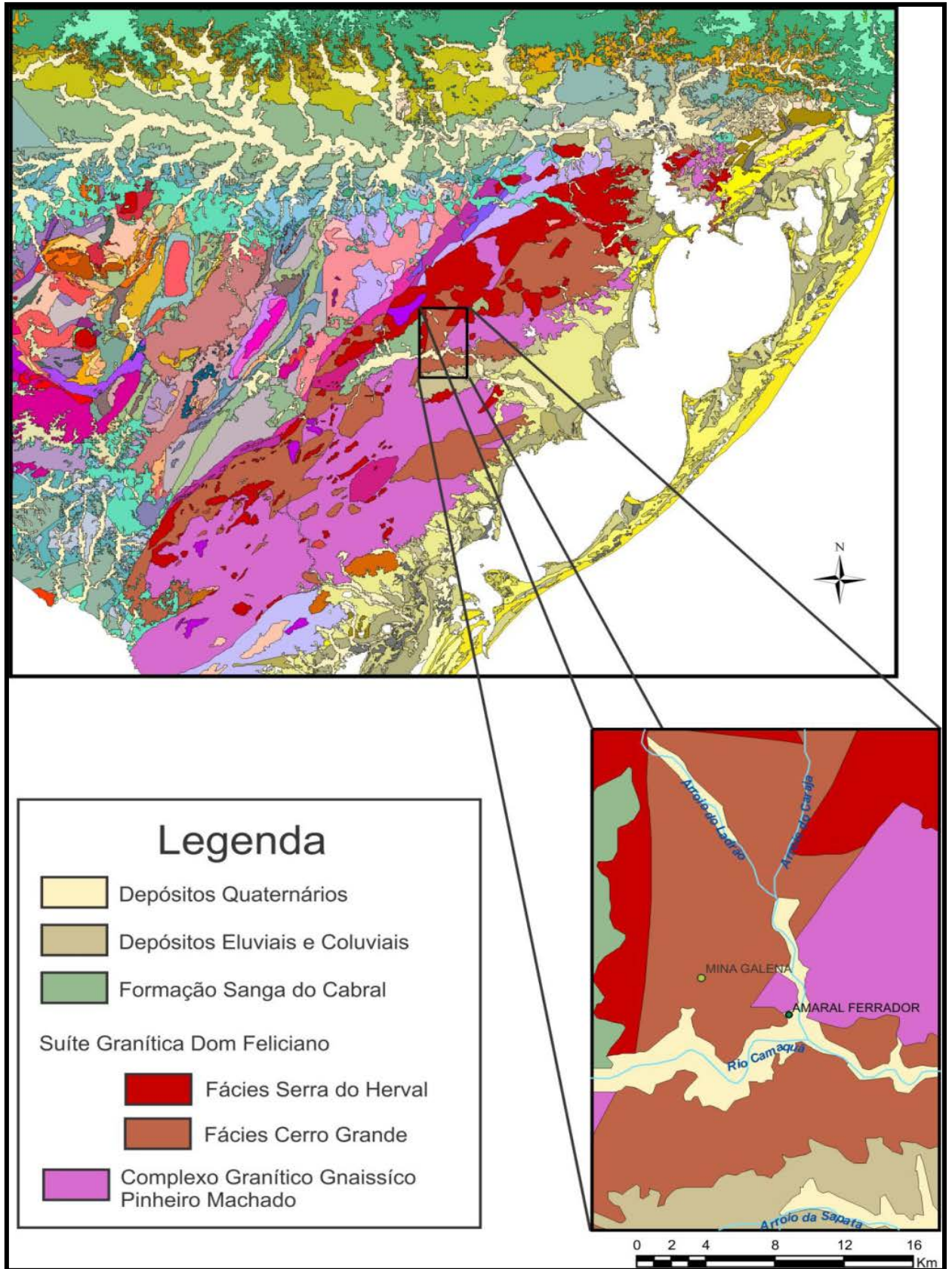


Figura 6: Mapa geológico do ESRG, mostrando em detalhe a área estudada. CPRM (1997)

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Compilação de Dados e Revisão Conceitual

A etapa inicial reuniu monografias, dissertações, teses, artigos e publicações em geral disponíveis para a região, assim como para as litologias presentes no contexto do assunto estudado. Foram usados também mapas e arquivos digitais para a confecção de um Sistema de Informação Geográfico (SIG).

A revisão conceitual se deu principalmente sobre: métodos de análise petrográfica de rochas ígneas intrusivas, depósitos do tipo epitermal, caracterização de zircões ígneos, imageamento por microscópio eletrônico de varredura e geocronologia U/Pb em zircão.

5.2. Elaboração de Sistema de Informação Geográfico

A elaboração teve como principal objetivo o entendimento das relações entre as litologias, estruturas e morfologia da área, servindo assim de suporte para o caminhamento e coleta de amostras no trabalho de campo.

Os dados utilizados para a confecção do SIG foram os seguintes:

Sensoriamento remoto: Imagens do satélite Landsat 7 e o Modelo Digital de Terreno (SRTM/ NASA, 2000). -Extraído da internet.

Base Cartográfica: Mapa Geológico do RS (CPRM), Drenagens, Lagunas, Hidrografia Local, Rodovias, Rodovias Locais, Municípios, Localidades, Polígono de Estudo e localização da Mina da Galena. – Extraído de dados da CPRM e de Henrichs (2011).

Dados de prospecção geoquímica: Áreas anômalas, Corredor de Alteração, Dados Geoquímicos e Mapas Kernel. – Extraído de Garcia (2013)

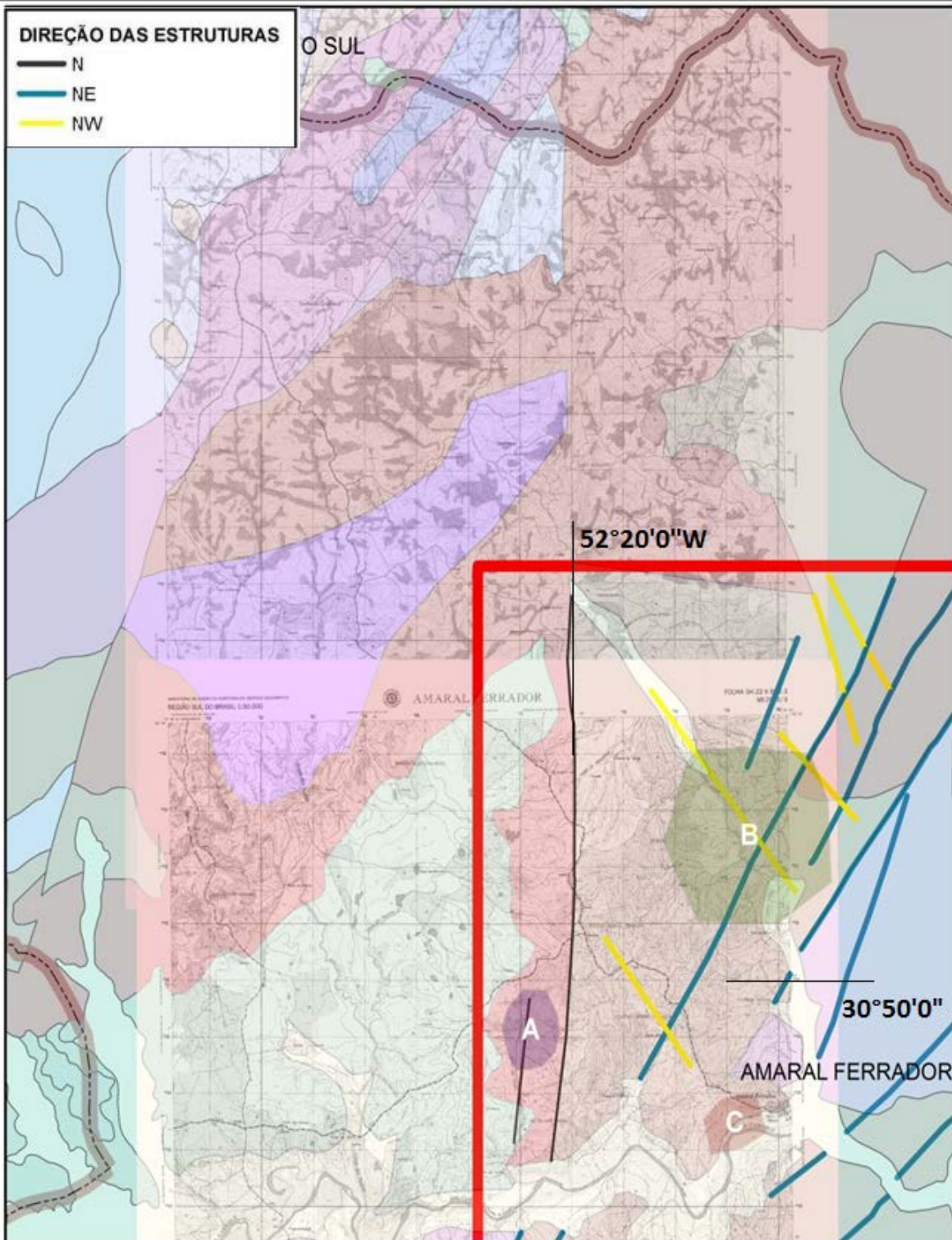


Figura 7:SIG confeccionado na etapa de pré-campo.

5.3 Trabalhos de Campo

O trabalho de campo envolveu o reconhecimento geológico da área estudada e foi organizado de forma a contemplar uma visita as áreas com potencial para a coleta de amostras para as posteriores análises petrográficas e datação geocronológica. Foram feitas visitas as áreas com anomalias apontadas por Garcia (2013) aonde se pode verificar a presença de assembleias de alteração hidrotermal nas rochas. As amostras coletadas para caracterização petrográfica foram selecionadas levando em conta estudos anteriores que contextualizaram as litologias dentro do sistema mineralizante atuante na área da Mina da Galena.

5.4 Etapas de Laboratório

5.4.1. Análise Petrográfica

A partir das amostras coletadas em campo foram feitas as análises petrográficas macroscópicas e microscópicas com o intuito de reconhecer as composições, texturas, estruturas e minerais das amostras coletadas para que desta forma pudessem ser correlacionadas as litologias previamente descritas como pertencentes aos sistemas mineralizantes atuantes na Mina da Galena e na área de Amaral Ferrador. Os estudos petrográficos foram realizados no Laboratório de Geologia Isotópica (LGI) do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IG-UFRGS). A etapa de observação macroscópica foi importante para o reconhecimento das litologias para que se pudesse refinar a seleção das amostras para laminação, esta etapa foi feita através da utilização de lupas de mão e de lupas binoculares.

Para o estudo microscópico foram selecionadas cinco amostras, que foram encaminhadas posteriormente para a confecção das lâminas petrográficas polidas no laboratório de preparação de amostras do IG-UFRGS.

5.4.2. Preparação das Amostras

As amostras coletadas em campo foram encaminhadas para o laboratório de preparação de amostras do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aonde se deram os processos de confecção de cinco lâminas petrográficas e, posteriormente, de separação dos zircões. Para a confecção das lâminas petrográficas foi feita a seleção das amostras mais representativas ao estudo, estas foram serradas até se obter um *chip*, que por sua vez foi colado a uma

lâmina de vidro e desbastado até a espessura de 0.3mm. As amostras selecionadas para a coleta dos zircões foram aquelas que, previamente interpretadas, apresentaram as características mais adequadas ao trabalho. Foram feitas duas *mounts* (AF-09 e AF-14) das rochas interpretadas como pertencentes as encaixantes do sistema hidrotemal. Estas passaram pelo processo de preparo convencional para a separação por zircões, que incluiu cominuição, britagem, pulverização, peneiração, separação magnética por Frantz, micro-batéia em petri e purificação manual com lupa (Fig. 8). A partir do processo de seleção foram obtidos os concentrados de zircão, a partir destes foram feitas as *mounts* em resina epoxy, que foram montadas, lixadas e polidas no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LGI-UFRGS).

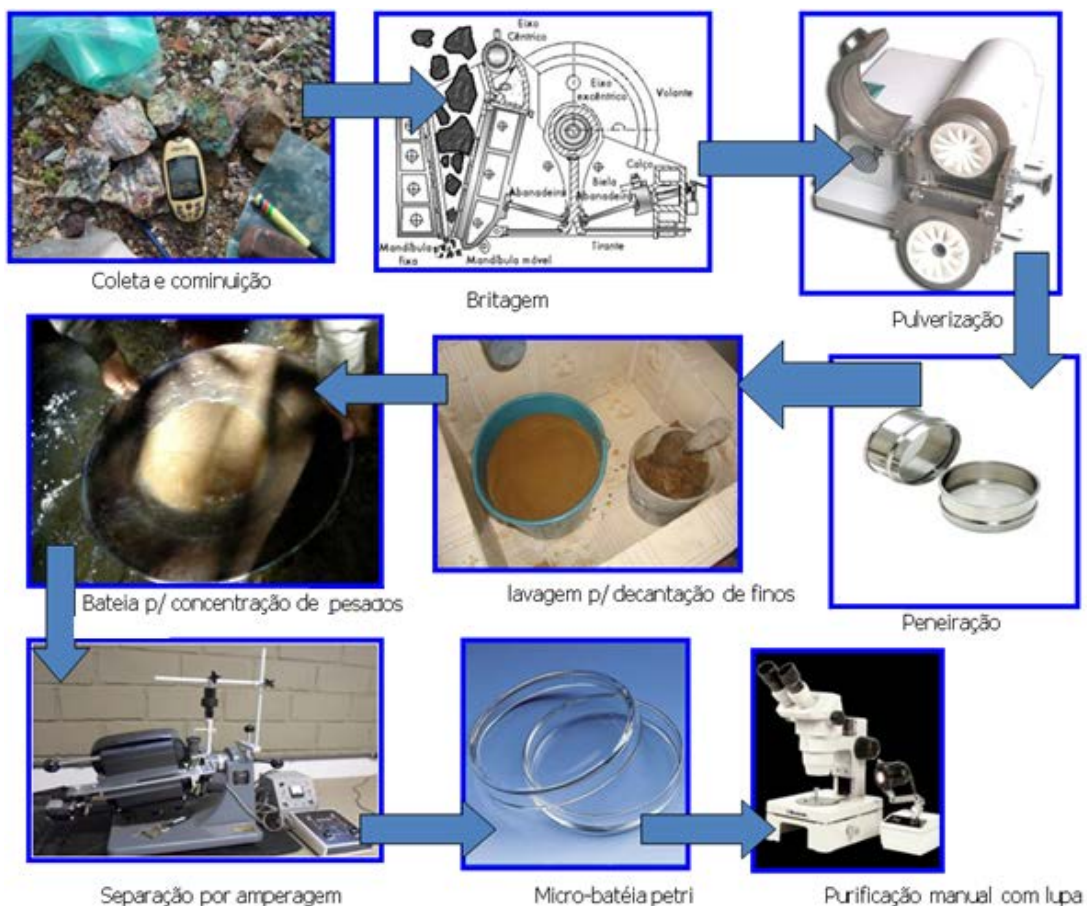


Figura 8: Etapas da fase de preparação das amostras de zircão.

5.4.3. Imageamento

Depois de montadas em resina epoxy, lixadas e polidas as amostras foram metalizadas com uma fina camada de carbono para o imageamento por elétrons secundários e catodoluminescência no Microscópio Eletrônico de Varredura Jeol 6610-LV do LGI-UFRGS. Para guiar o imageamento foram utilizadas fotos-guia das *mounts* feitas a partir de uma lupa com câmera acoplada.

5.4.4. Caracterização dos Zircões

A caracterização e tipologia dos zircões procederam utilizando o trabalho de Corfu et al (2003), para caracterização de estruturas internas e tipologia dos zircões coletados a partir de amostras das litologias pré-concebidas como associadas ao contexto das mineralizações presentes na região da Mina da Galena. Para a caracterização de estruturas internas foram utilizadas as imagens de catodoluminescência confeccionadas no MEV, que foram analisadas, interpretadas e comparadas a aquelas descritas no Atlas de Texturas de Zircões (Corfu et al 2003),.

A parte de estudos tipológicos dos cristais de zircão foi feita a partir dos concentrados de zircão utilizados para a confecção das *mounts*. Para proceder a análise foi utilizado um petri com os concentrados, que foram analisados em lupa binocular.

5.4.4.1. Zircão

O zircão é um mineral com alta resistência a processos geológicos como a erosão, transporte e metamorfismo, isto se dá em função de sua estrutura cristalina na qual os tetraedros de SiO₄ fazem ligação com os octaedros de ZrO₈ formando cadeias alternadas (Harley e Kelly , 2007). É um mineral muito comum em tipos variados de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares que apresenta grande amplitude de variação tanto em termos de morfologia externa como de texturas internas, estas mudanças nas características refletem a história geológica e os processos e episódios magmáticos e metamórficos de cristalização e recristalização ou de deformação tanto por forças externas quanto internas, como por exemplo, expansão causada por metamitização ou alterações químicas (CORFU, 2003). O fato de que o zircão se adéqua como geocronômetro baseado no decaimento de U (e Th), aliado a capacidade de hospedar o indicador radiogênico isotópico Hf, torna-o uma ferramenta extremamente útil para obtenção de vestígios acerca da história da rocha hospedeira, ou em alguns casos, da rocha fonte na qual o zircão precursor tenha cristalizado. Quanto ao formato, os cristais de zircão tendem a formar prismas bipirâmidaes com razão de alongação entre 1 e 6 para 1, esta razão, na grande maioria dos casos, reflete as diferentes taxas de variação na temperatura de

resfriamento dos cristais que de forma geral geram cristais mais alongados e com formatos aciculares, quanto maiores forem as taxas. Outros fatores importantes são a temperatura de cristalização média e a composição dos zircões. Os estudos de Corfu et. al. (2003) têm sido usados frequentemente para estudos de caracterização e tipológicos, pois reúnem diversos aspectos de diferentes tipos e processos genéticos ligados a cristalização do zircão. Em condições como as de hidrotermalismo e metamorfismo, existe a possibilidade da perda de Th, que pode evoluir a razão para perto de zero, este fato auxilia na interpretação sobre a possibilidade de derivação ou envolvimento dos cristais a partir destes sistemas (Willians E Claesson, 1987; Rubato 2002; Hoskin E Schalteger, 2003), tampouco, o fato de um zircão ter baixas razões Th/U não deve ser definitivo para a determinação como metamórfico e pode levar a interpretações equivocadas (Moller et. al., 2003).

5.4.4.2. Texturas Zonadas em zircões ígneos

O desenvolvimento de zonação de crescimento é uma das características mais notórias e típicas nos zircões de origem magmática. Este tipo de padrão reflete as variações composicionais de Zr e Si e mais relevantemente de variações de Hf, P, Y, ETR'S, U e Th de até uma ordem de magnitude para estes elementos (Corfu et. al. *apud* Köppel e Sommerauer 1974, Benisek e Finger 1993, Hanchar e Rudnick 1995, Fowler et.al. 2002, entre outros estudos.). O crescimento episódico e a origem dos padrões de crescimento zonados em zircões foram também discutidos por Mattinson et. al. (1996), que concluiu que estes são resultados da interação entre o estágio de crescimento do cristal, natureza da interface cristal-líquido, grau de supersaturação do fundido, taxas de difusão e do estado de oxidação. É comum também a presença de zonas de crescimento regulares sendo interrompidas por descontinuidades texturais ao longo das quais a zonação é reabsorvida e sucedida pela deposição de novo cristal de zircão zonado. Estes intervalos de reabsorção provavelmente refletem períodos intermediários de subsaturação do Zr no magma, relacionados a fenômenos de mistura de magmas em larga escala, ou a fenômenos cinéticos locais (Corfu ET.al. 2003). A análise de variações oscilatórias de zircões a partir de diferentes setores de um corpo ígneo do tipo I zonado utilizando imagens de catodoluminescência e estatística foi feita por Hoskin (2000) que observou o aumento da presença de padrão zonado com maior frequência quanto maior for o grau de diferenciação da rocha (Fig.9). A correlação foi interpretada como relacionada ao grau de polimerização do magma.

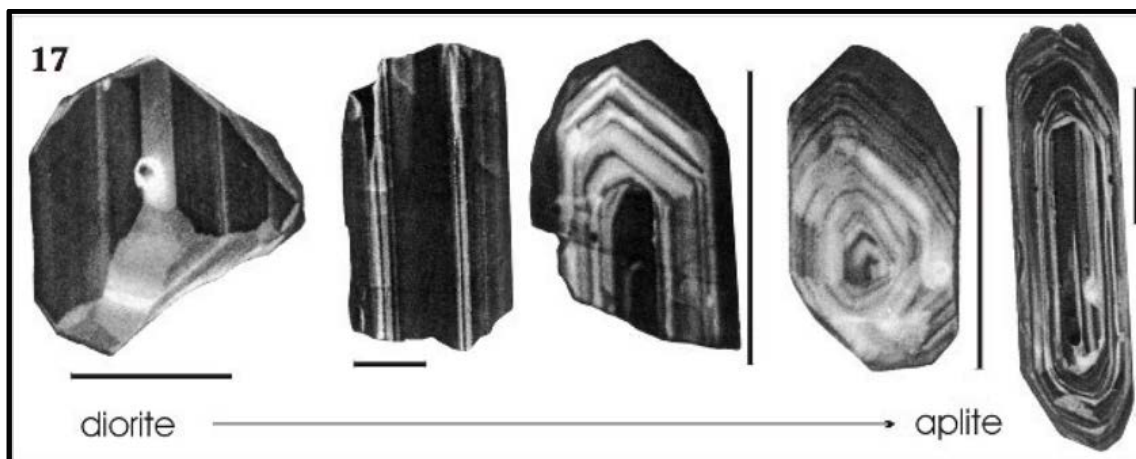


Figura 9: Padrões zonados de zircões magmáticos em imagens de CL. Trajetória de estilos de zoneamento, desde um diorito (a), passando por (b) granodiorito, (c,d) diferentes fases de um adamelito e por final até (e) aplite. Conforme o magma evolui, as zonas mais largas tendem a ficar progressivamente mais finas. Figura modificada de Hoskin (2000), extraída de Corfu et.al. (2003). A barra corresponde a 100 μ m.

5.4.4.3. Núcleos Xenocristálicos

A ocorrência de núcleos xenocristálicos é uma característica comum em zircões de diversos tipos de rochas ígneas e ocorrem como núcleos envoltos por novo zircão sobrecrescido. Os núcleos xenocristálicos são comumente distinguidos de suas bordas por planos geometricamente irregulares que truncam a zonação interna (Fig. 10: f, g, j, k, p e o) ou separam núcleos subredondados, sem zonação ou de zonação caótica das bordas com crescimento zonado (Fig. 10: m, n, l, a, b, c, d, e, h e i). Tais discontinuidades podem indicar forte reabsorção da fase precoce do zircão (Fig.10: j, p, a e b) e localmente revelam que a nova fase de crescimento do zircão ocorreu em uma orientação cristalográfica diferente da atuante na fase de cristalização do núcleo (Corfu et.al. 2003)

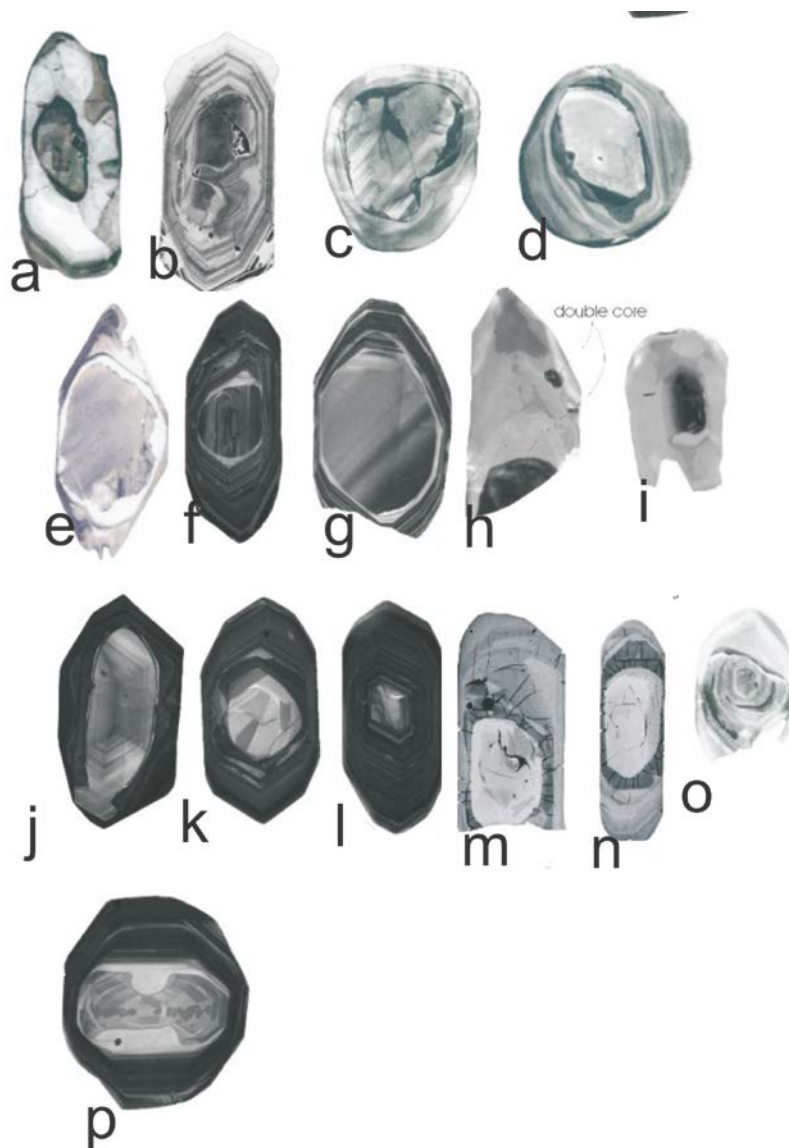


Figura 10: Aparência de núcleos xenocristálicos em rochas magmáticas e metamórficas de alto grau. (extraído de Corfu et. al 2003)

5.4.4.4. Fenômenos Tardi-magmáticos.

Processos de diversos estágios são conhecidos por afetar texturas resultantes no zircão, quer seja ao final dos estágios magmáticos, durante o resfriamento lento de grandes corpos intrusivos ou por eventos metamórficos tardios. Crescimento de zircões no decorrer de hidrotermalismo tem sido descritos onde metassomatismo parece ocorrer em estágios tardios ao magmatismo. Zircões precipitados a partir de fluidos aquosos revelam uma textura esponjosa (Fig.11) (Wayne e Sinha, 1992; Hacker et. al., 1998 entre outros) e tendem a ter alto teor de HFSE e ETR, chumbo comum e flúor, critérios considerados muito úteis para a

identificação de zircões cristalizados na presença de fluidos aquosos e relativamente baixa temperatura (<500°) (Henrichs, 2013).

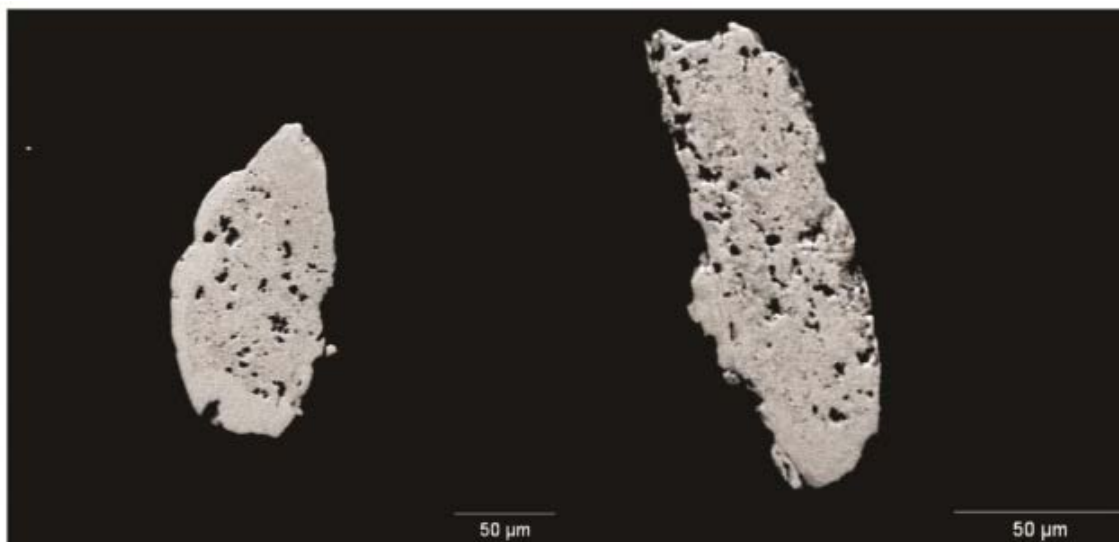


Figura 11: Imagens em backscattering de zircões com textura esponjosa devido a processos hidrotermais. Imagens Realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS. (Extraído de Henrichs, 2013)

6. Resultados

6.1. Geologia

A partir do trabalho de campo foi possível o reconhecimento de três litologias principais aflorantes na região da Mina da Galena, são elas: Monzogranito, Sienogranito e Riolito Porfirítico. A litologia Monzogranito é a mais abundante na área e tende a aflorar em regiões mais baixas e em drenagens. Os Sienogranitos afloram em altos topográficos e em terrenos escarpados aonde desenvolvem cristas geomorfológicas, seus contatos com a litologias se dão por falhas onde estão encaixados. Os Riolitos Porfiríticos afloram em pequenos pontos específicos como corpos circulares que apresentam contatos aparentemente intrusivos com os corpos de monzogranito encaixante.

Foram feitas, adicionalmente, visitas a duas áreas anômalas em elementos metálicos previamente identificados a partir de dados de concentrado de bateia e sedimento de corrente por Garcia (2013).

Próximo a estas áreas anômalas é comum a ocorrência de seixos e blocos provenientes de rochas ricas em material de alteração e de fragmentos de veios de quartzo. A ocorrência de veios quartzo-feldspáticos centimétricos à métricos é outra feição comum nas proximidades das áreas anômalas (Fig.12).

As litologias selecionadas para a laminação foram aquelas que apresentavam características de campo, texturais e composicionais mais correlacionáveis ao contexto das mineralizações e a aquelas já descritas em estudos prévios. As litologias encontradas mais frequentemente durante o trabalho de campo na região são, em ordem de abundância, os monzogranitos, os sienogranitos e os riolitos porfíricos. Rochas hidrotermalizadas são também comuns nas áreas com anomalia geoquímica.

Foi elaborado um mapa de pontos de campo mostrando a posição dos pontos descritos em relação às estruturas e litologias da área (Fig. 13).



Figura 12: Feições geológicas encontradas próximas as áreas anômalas. a- Fragmentos de veios de quartzo pegmatóides formando drusas de quartzo leitoso no ponto AF-10.; b- Injeções pegmatóides quartzo-feldspáticas no ponto AF-16.;c- Seixos de rocha granítica leucocrática, coletada no ponto AF-13, rica em venulações de quartzo leitosos e com abundante alteração para argilomineral de cor verde.; d-

Seixo de monzonito coletado no ponto AF-08 com plagioclásio caulinizado e banda com forte alteração para hematita.

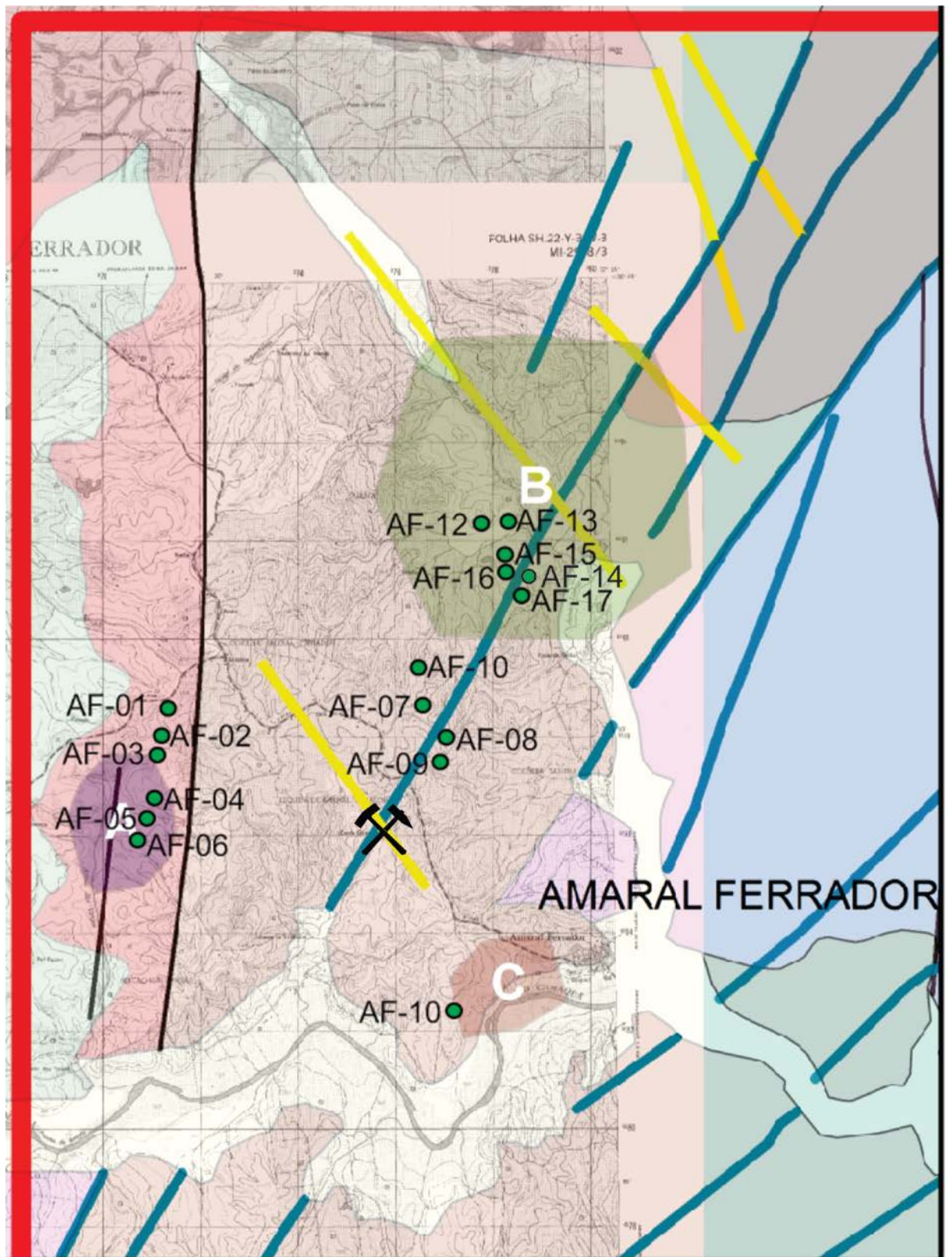


Figura 13: SIG do pós-campo com a localização dos pontos descritos.

6.1.1. Monzogranito

As áreas de ocorrência do Monzogranito apresentam normalmente afloramentos em campos de matacões em relevo acidentado, escarpas de rocha sem cobertura e em drenagens (Fig.14 a). São comuns no monzogranito injeções com contatos retos, centimétricas a decimétricas, de rocha granítica de cor avermelhada equigranular muito fina composta majoritariamente por k-feldspato e quartzo (Fig.14 b), foram observadas também injeções de quartzo leitoso em alguns pontos desta litologia (Fig.14 c). Concentrações de minerais máficos (biotita) em bandas são comuns aonde a rocha desenvolve foliações de fluxo ígneo (Fig. 14 d e Fig. 15 c)



Figura 14: Aspectos gerais de campo da litologia Monzogranito. a- Aspecto geral do monzogranito no ponto AF-03.; b-Injeções de rocha granítica leucocrática fina cortando o monzogranito no ponto AF-03.; c- Veios de quartzo leitoso intrudindo o monzogranito com foliação magmática no ponto AF-09.; d- Monzogranito porfírico foliado, apresentando autólitos de biotita paralelos a foliação magmática no ponto AF-04.

São Biotita-monzogranitos cinza avermelhados heterogranulares finos (Fig.15 b) a médios, por vezes seriados (Fig.15 d) ou porfiríticos (Fig.15 a). , apresentam estruturas de fluxo ígneo marcada pelo alinhamento dos fenocristais de k-feldspato (Fig.15 a).



Figura 15: Aspectos macroscópicos da litologia Monzogranito. a- Foliação magmática marcada pelo alinhamento dos cristais de k-feldspato e biotita no ponto AF-04. b- Porção de granulometria mais fina descrita no ponto AF-09.; c- Feições de acumulação de cristais em amostra do ponto AF-03.; Textura seriada com fenocristais de k-feldspato e plagioclásio em amostra do ponto AF-09.

Em lâmina petrográfica apresentam textura heterogranular seriada, apresentando por vezes domínios porfiríticos e são compostos por k-feldspato ($\cong 30\%$; Tam. méd.=0,7cm), plagioclásio ($\cong 30\%$; Tam. méd.=0,4cm), quartzo ($\cong 25\%$; Tam. méd.=0,2cm), biotita ($\cong 10\%$; Tam. méd.=0,1cm), zircão ($\cong 1\%$; Tam. méd.=0,005cm), Apatita ($\cong 1\%$; Tam. méd.=0,02cm) e opacos ($\cong 1\%$). Clorita (Fig.16 c) e muscovita (Fig.16 a) estão presentes como material de alteração das biotitas.

Os cristais de k-feldspato (Fig.16 b e f) ocorrem subédricos tabulares com proporção de tamanho entre quatro e três para um e grande maioria apresentam macla Karlsbad visível, são ricos em inclusões de cristais de plagioclásio, biotita, quartzo zircão e apatita, que aumentam em abundância proporcionalmente ao tamanho dos cristais de k-feldspato, são comuns texturas de exsolução de pertitas finas.

O plagioclásio (Fig.16 f e d) ocorre de forma subédrica a euédrica tabulares com proporção entre três e dois para um. Em boa parte dos cristais, menos alterados, é visível macla polissintética e apresentam alteração para sericita desde incipiente até intensa, principalmente nos inclusos nos k-feldspato e alguns se apresentam zonados. O teor de Na ficou em torno de 30, configurando um oligoclásio cálcico ou andesina sódica.

O quartzo (Fig.16 f e c) é subédrico, intersticial, límpido, pouco fraturado e com extinção ondulante.

A biotita (Fig.16 a, b e c) ocorre em lamelas subédricas a euédricas com pleocroísmo em tons castanhos e verdes e se apresentam em algumas porções sendo alterados para clorita e moscovita em diferentes níveis de transformação.

Os cristais de zircão (Fig.16 b) são euédricos prismáticos bipiramidais com proporções entre 3 e 6 para 1 e estão associados aos máficos e também se apresentam inclusos nos k-feldspato.

A apatita (Fig.16 c) é prismática euédrica com proporção entre quatro e dois para um, grande maioria esta inclusa nos cristais de biotita.

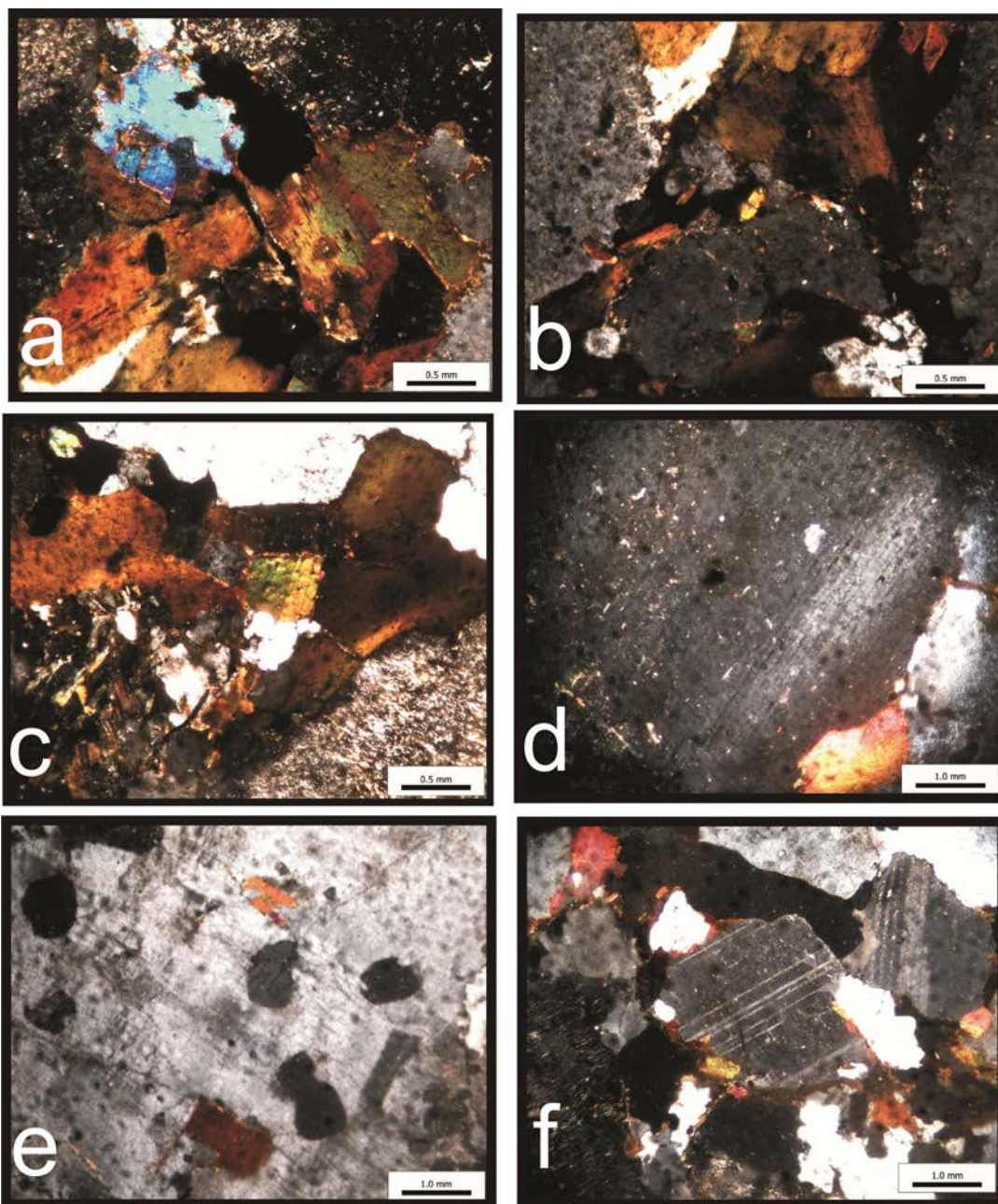


Figura 16: Feições petrográficas microscópicas em LP da litologia Monzogranito. . a- Agregado de biotita com transformação para clorita.; b- Zircão euédrico com padrão zonado associado a biotita e opacos.; c- Agregado de biotita com transformação para clorita.; d- Plafioclássio maclado com inclusões de opacos e alteração sericítica.; e- K-feldspato com inclusões de biotita, plagioclássio, quartzo e opacos.; f- Aspecto geral da matriz da rocha.

6.1.2. Sienogranito

Os Sienogranitos aflorantes na região abrangida pelo presente estudo constituem, em geral, matacões em encostas abruptas e afloram geralmente em

altos topográficos, aonde comumente desenvolve cristas geomorfológicas (Fig.17 a). Relações de intrusão entre esta litologia e o Monzogranito são evidenciadas por apófises de sienogranito vermelho de granulação fina até localmente pegmatóide cortam o monzogranito (Fig.14 b). Seixos coletados nas escarpas que constituem afloramentos desta litologia compunham fragmentos de agregados quartzo leitoso euédrico, feldspato, muscovita com vugs com formatos aparentemente derivados de veios pegmatóides (Fig.17 c), seixos de rocha quartzo-feldspática rica em material de alteração de cor verde (Fig.17 b) frequentemente aparecem associados aos fragmentos de agregados de quartzo.

São sienogranitos leucocráticos de cor avermelhada com textura equigranular fina a média, bastante homogêneos. E sua composição predomina quartzo e feldspato potássico e são muito pobres em máficos.

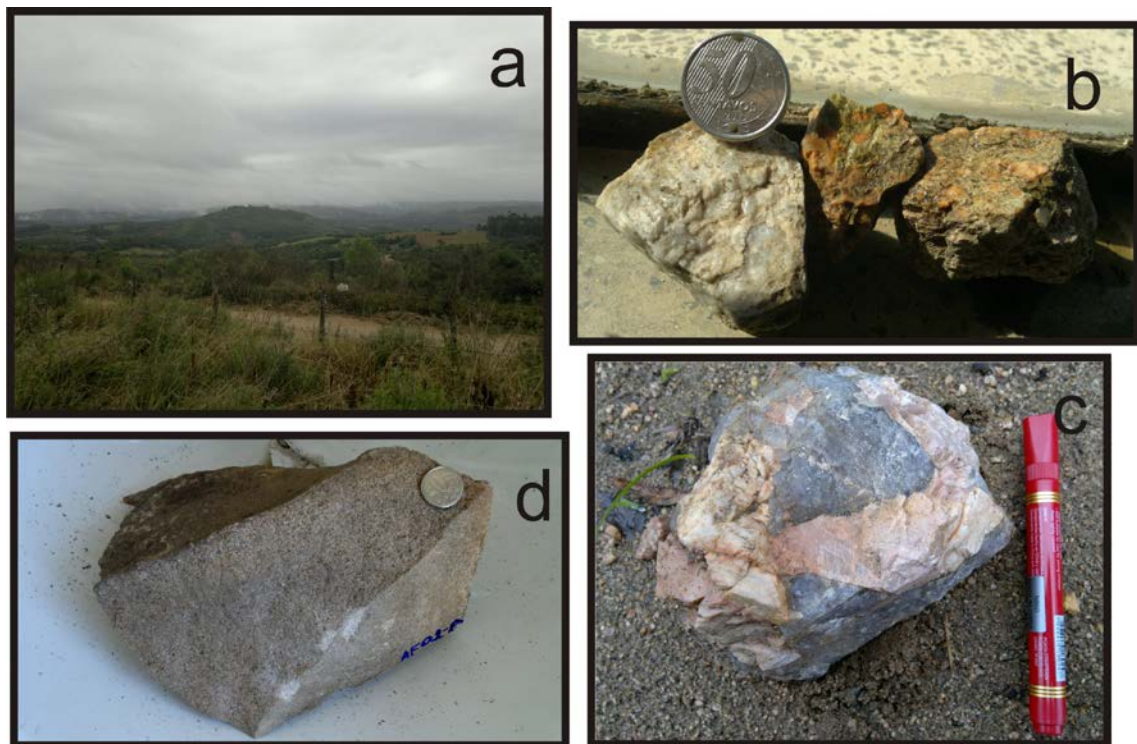


Figura 17: Aspectos gerais de campo da litologia Sienogranito. . a- Crista geomorfológica avistada a partir do ponto AF-05.; b- Seixos de quartzo leitoso e rocha granítica leucocrática com alteração para argila verde coletados no ponto AF-02.; d- Amostra de mão do sienogranito equigranular fino coletado no ponto AF-01.; c- Bloco de fragmento de veio pegmatóide coletado no ponto AF-05.

Em lâmina petrográfica correspondem a sienogranitos equigranulares muito finos a finos. Intercrescimentos gráficos com formas bem arredondadas são abundantes nos cristais de k-feldspato configurando textura granofírica. É comum a presença de simplectitos (mirmequitos) entre os cristais de K-feldspato e plagioclásio. São compostos por Quartzo ($\cong 32\%$; Tam. méd.=0,05cm), k-feldspato

(\cong 21% ; Tam. méd.=0,1cm), plagioclásio (\cong 12% ; Tam. méd.=0,4cm), biotita (\cong 3% ; Tam. méd.=0,02cm), microclinio (\cong 11% ; Tam. méd.=0,04cm) e opacos (\cong 1%). Muscovita e Clorita estão presentes como material de alteração.

O quartzo (fig.18 g) ocorre como cristais subédricos com formatos ameboides e estão dispostos por vezes em agregados macrocristalinos, ocorrem também intercrescidos (textura granofírica) (Fig.18 c e f) e inclusos nos cristais de k-feldspato. Quanto à integridade dos grãos, são límpidos, translúcidos e não apresentam fratura.

Os cristais de k-feldspato (Fig. 18 g, b e f) são subédricos a euédricos com formato tabular e grande variação granulométrica. Os de maior tamanho tendem a ter, proporcionalmente ao aumento de tamanho, maior número de intercrescimentos do quartzo (textura granofírica) e com maior número de inclusões de plagioclásio, que em algumas porções esta incluso no núcleo dos cristais de k-feldspato aparentando feições de textura anti-rapakivi. Apresentam também textura simplectítica (mirmequitos)(Fig.18 g) nos contatos com os cristais de plagioclásio.

Os cristais de microclinio (Fig.18 h) são subédricos tabulares com proporção máxima de três para um e apresentam macla xadrez característica. Apresenta alteração incipiente a intensa para mica branca.

O plagioclásio (Fig. 18 a) esta presente como cristais subédricos com forma tabular. A macla polissintética não é reconhecível em todos os grãos em função do grau avançado de alteração para sericita. São comuns cristais com bordas albiticas (An14) e núcleos de composição próxima a do oligoclásio (An08).

A biotita (Fig. 18 b) ocorre como cristais subédricos a euédricos com lamelar. Esta distribuída entre os contatos dos grãos e, principalmente, em fraturas. Apresenta pleocroísmo em tons de castanho e verde que quando mais próximo a fraturas aonde exhibe tons avermelhados. Alteração para muscovita e clorita (Fig.18 d) são bem comuns em grande parte dos cristais e em diferentes níveis de transformação.

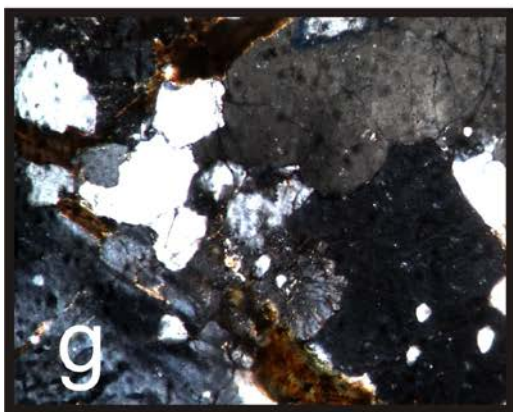
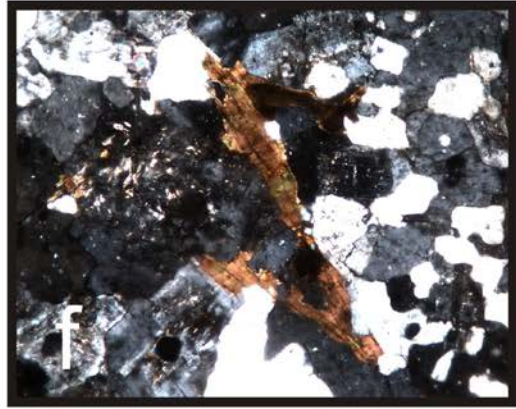
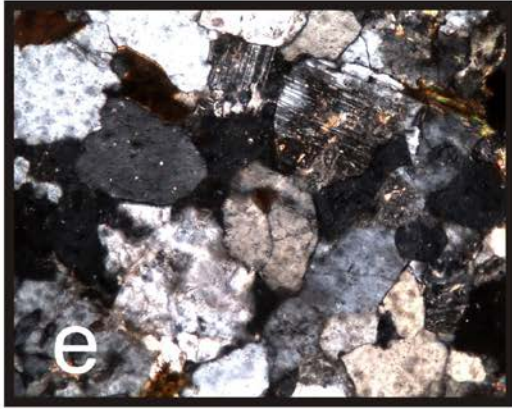
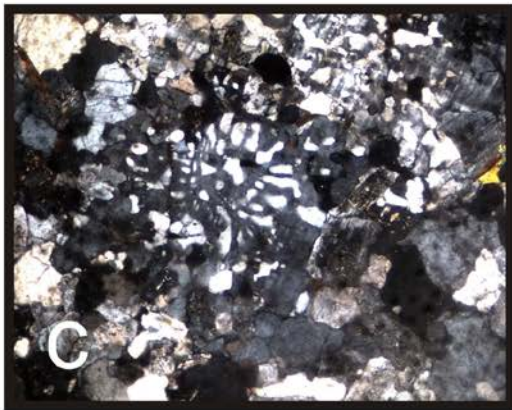
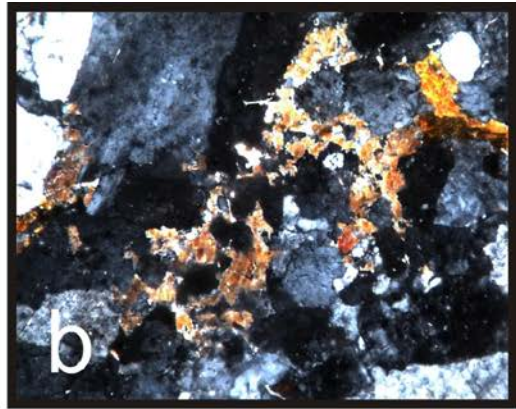
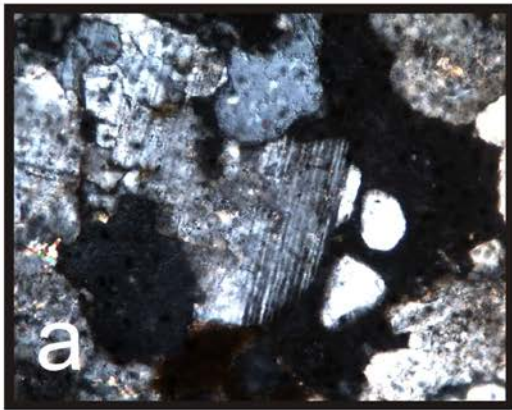


Figura 18: Aspectos petrográficos microscópicos em LP da litologia sienogranito. a- Plagioclásio com macla polisitética e alteração sericítica incipiente. b- Muscovita alterando biotita entre os grãos de plagioclásio, k-feldspato e quartzo.; c- intercrescimento gráfico nos cristais de k-feldspato, caracterizando textura granofírica. d- Clorita subédrica a euédrica nos interstícios dos grãos. e- Aspecto Geral da Matriz.; f- biotita preenchendo fraturas.; g- Mirmequitos entre os grãos de plagioclásio e k-feldspato.; h- Microclínio com macla xadrez pouco alterado.

6.1.3. Riolito Porfirítico

Esta litologia aflora como lajeados, blocos e como um corte vertical de boa exposição em uma área de empréstimo. Formam pequenos ressaltos geomorfológicos ovóides na topografia. São riolitos de cor avermelhada pobres em máficos com feições de rocha subvulcânica bastante fraturados ricos em veios e vênulas de quartzo. São associações comuns a estes riolitos zonas de intenso fraturamento e venulação com geração de *stockworks* de quartzo leitoso e argila branca nas encaixantes (Fig.19 b e c)

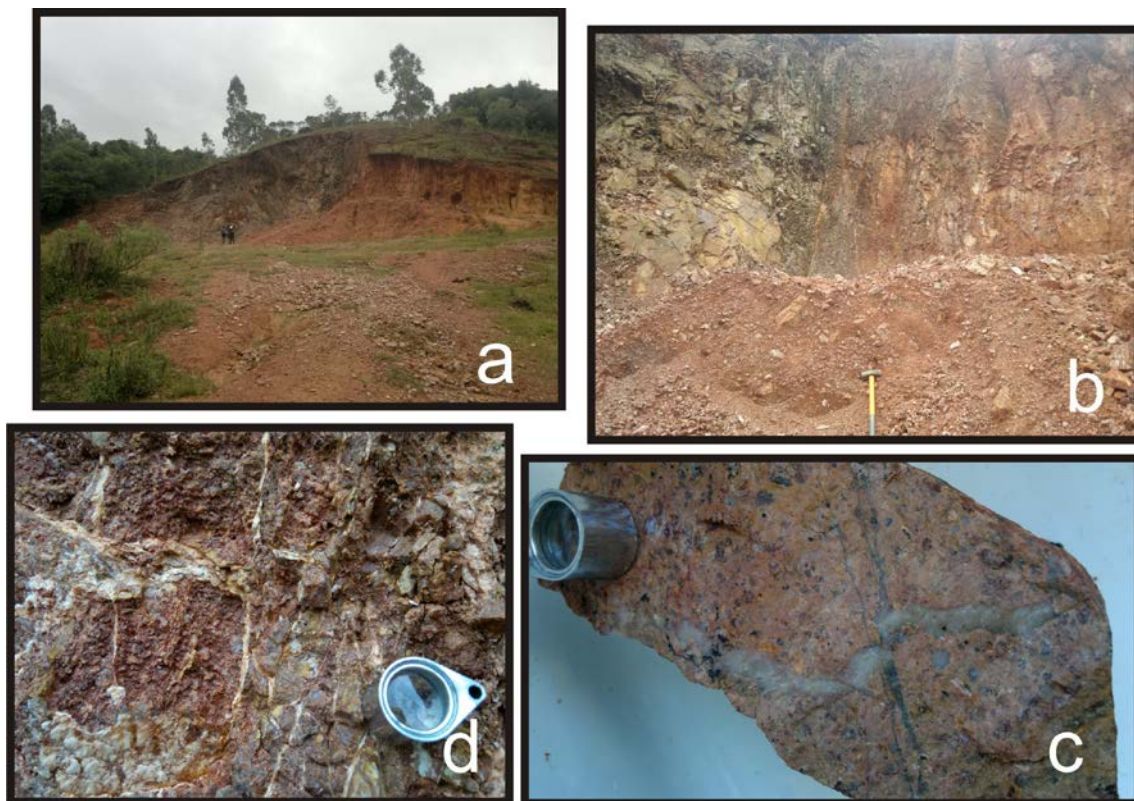


Figura 19: Aspectos de campo e macroscópicos dos Riolitos Porfiríticos. . a- Afloramento circular do Riolito em área de empréstimo. b- Corte em perfil mostrando

contato da intrusão com encaixante. d- Feições da rocha encaixante próximo ao contato mostrando reticulado de veios e fraturas preenchidas por material argiloso em matriz intensamente alterada. c- Amostra de mão da rocha intrusiva do ponto

Em lâmina petrográfica correspondem a riolitos porfiríticos constituídos por fenocristais de quartzo e feldspato emersos em uma matriz microcristalina quartzo-feldspática com biotita (Fig.20 e) intensamente cortada por veios de quartzo macrocristalino (Fig.20 d) que corta toda a estrutura da rocha de forma indiscriminada e desorientada. São compostos por Quartzo (\cong 40%), K-feldspato (\cong 34%), plagioclásio (\cong 18%), microclínio (\cong 5%) e biotita (\cong 3%). Muscovita esta presente aparentemente de forma secundária, como mineral de alteração da biotita.

Os cristais de quartzo ocorrem na matriz, como fenocristais (Fig.20 b) e em veios. Os fenocristais são arredondados e apresentam fraturas e desmembramento dos cristais em grão menores que acabam envoltos pela matriz microcristalina. São comuns nos fenocristais feições de corrosão nas bordas dos grãos e extinção ondulante.

O k-feldspato ocorre tanto como fenocristal (Fig.20 c) como na matriz. Os fenocristais constituem grão subédricos a euédricos os quais apresentam por vezes macla simples reconhecível. Os cristais exibem fraturas preenchidas por óxido de ferro e mica branca que cortam tanto os fenocristais de k-feldspato quanto a matriz. Por vezes estão presentes em agregados de fenocristais muito fraturados. Os cristais reconhecíveis na matriz são mais íntegros e apresentam macla simples. Inclusões de quartzo e plagioclásio (Fig.20 c) são comuns e abundantes nos grão maiores. Ocorrem exolução de pertitas finas nas bordas e grossas nos núcleos dos fenocristais.

O plagioclásio ocorre como fenocristais (Fig.20 f) e na matriz. Os fenocristais têm formas euédricas a subédricas com formatos tabulares com boa parte dos grãos com macla polissintética visível. Fraturas preenchidas por muscovita e óxido de ferro são comuns, porém muito menos intensas que nos grãos de k-feldspato.

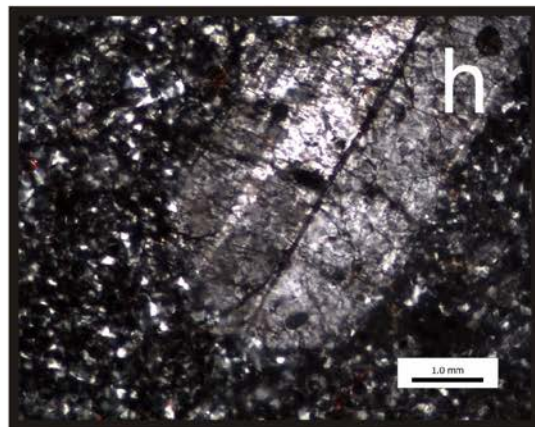
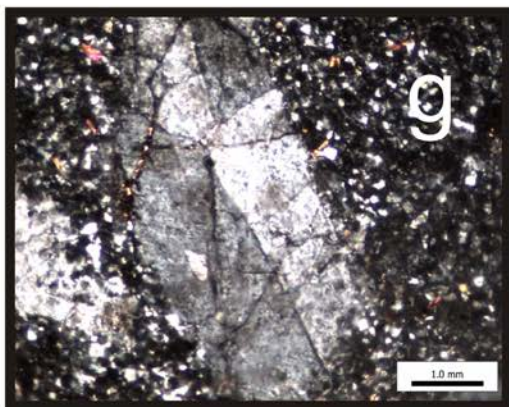
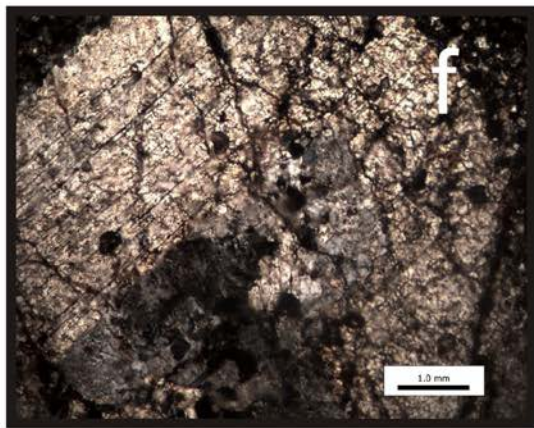
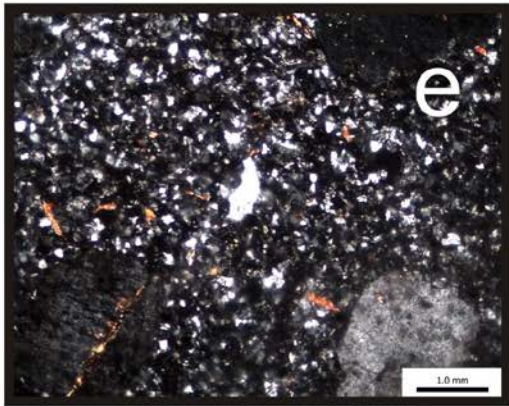
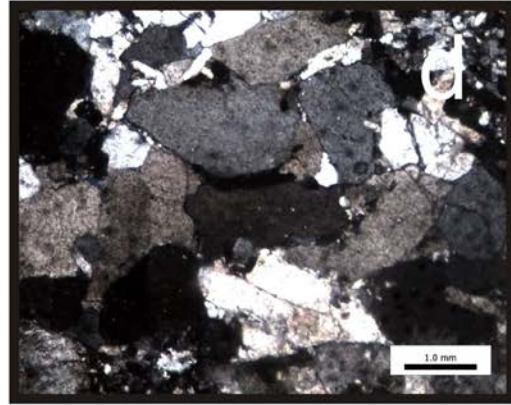
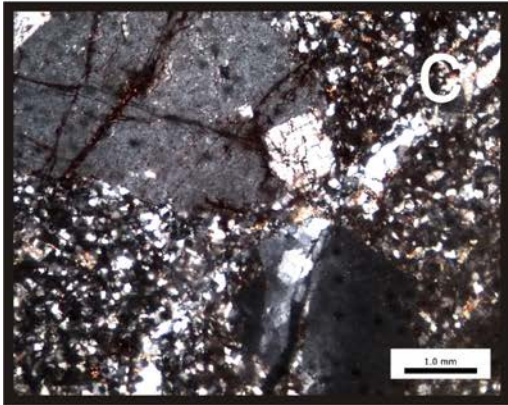
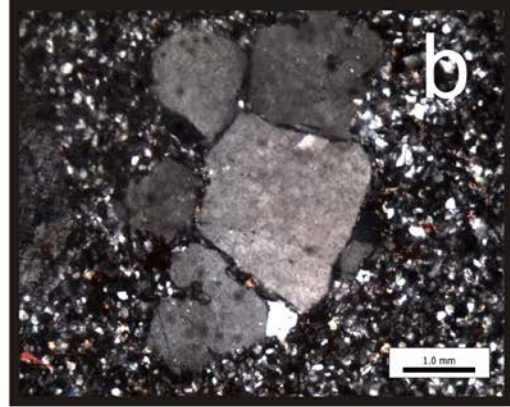
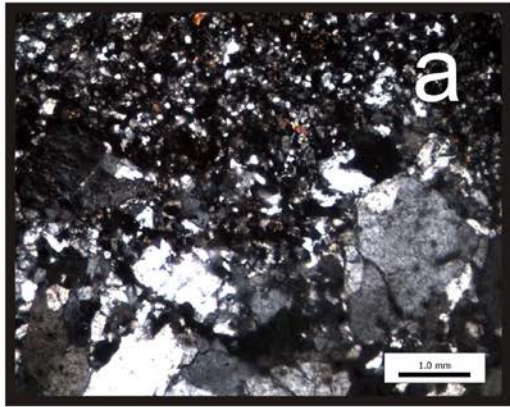


Figura 20: Feições petrográficas microscópicas em LP dos Riolitos Pórfíricos. a- Agregados de fenocristais de quartzo e feldspato.; b- Fenocristal de quartzo sendo com fraturamento e desagregação. c- Fenocristal de k-feldspato intensamente fraturado, com fraturas preenchidas por óxido de ferro e inclusão de plagioclásio.; d- Veios de quartzo macrocristalino.; e- Porção da matriz com maior concentração de cristais de biotita.; f- Fenocristal de plagioclásio rico em fraturas e inclusões.; g- Fenocristal subédrico de k-feldspato com macla simples.; fenocristal euédrico de plagioclásio com macla polissintética.

6.2. Caracterização Zircões Monzogranito

6.2.1. Descrição Macroscópica

Os zircões coletados a partir de duas amostras (AF-09 e AF-14) da litologia monzogranito puderam ser divididos já através de lupa binocular em duas populações pelo critério de tamanho e morfologia.

A primeira apresenta cristais grandes de até aproximadamente 0,4mm euédricos com proporção de alongação entre dois e três para um, possuem hábito tabular, coloração amarelada (quando maiores e mais fraturados) e possuem inclusões de opacos. Grande maioria apresenta zonação.

A segunda população é composta por cristais pequenos euédricos de cerca de 0,07mm com proporção de alongação de aproximadamente quatro para um e possuem hábito acicular, quanto a coloração são translúcidos e com brilho adamantino. Não apresentam fraturas, inclusões e zonação visíveis nesta escala.

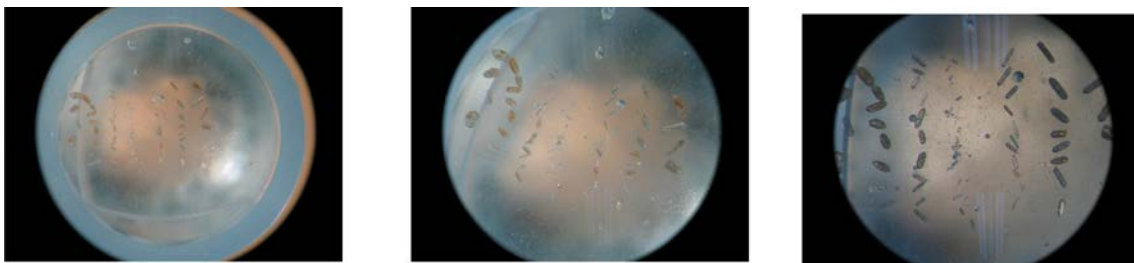


Figura 21: *mount* do amostra AF-09.

6.2.2. Descrição Texturas Internas.

AF-09

A partir das imagens de elétrons secundários e catodoluminescência foi possível identificar três populações principais de zircão na amostra AF-09.

Uma composta por zircões aciculares com razão de alongação entre quatro e cinco para um e com padrão de zonação com pouco contraste entre as bandas de crescimento que apresentam cores claras e aparentemente pertencem a um mesmo pulso de crescimento. Alguns apresentam pequenas inclusões escuras. São exemplos desta primeira população os zircões: 11, 15, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 36, 39, 48, 49, 50, 53, 54 e 55.

A segunda população compõe cristais que formam prismas bipiramidais curtos, com razão de alongação em torno de dois a três para um, e com núcleos xenocristálicos com feições de recristalização apresentando tanto cores claras (05, 08, 17), como escuras (02, 04, 07, 09, 16). Estes núcleos xenocristálicos fazem contato com uma borda de crescimento zonado que alterna bandas finas com cores contrastantes. São exemplos desta população os zircões: 02, 04, 05, 07, 08, 09, 10, 16, 17, 28, 30, 31, 34, 58, 59 e 60.

A terceira população tem características intermediárias entre as duas anteriores e apresenta zircões prismáticos alongados, com razão de alongação em torno de três a quatro para um, que se apresentam fortemente zonados com bandas grossas e com forte contraste de cor. Núcleos xenocristálicos homogêneos são comuns nesta população (06, 20, 23, 30, 51, 61, 63, 64 e 65), por vezes aparentam terem núcleos compostos (20, 23, 63 e 65). Os zircões: 03, 06, 20, 23, 51, 52, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 65 e 66, são exemplos destas populações

AF-14

Partindo das análises das imagens de elétrons secundários e de catodoluminescência, foi possível o reconhecimento de pelo menos duas populações de zircão nesta amostra.

A primeira população é composta por zircões com formatos euédricos tabulares, com razão de alongação em torno de dois a três para um, e apresentando bipirâmides pouco desenvolvidas. Apresentam zonação com forte contraste entre as bandas. Por vezes aparentam ter núcleos xenocristálicos ou recristalizados e

diferentes proporções entre o tamanho dos núcleos e bordas. Os cristais desta população são ricos em inclusões tanto de cores claras como escuras. São representantes desta população os zircões: 03, 08, 12, 14, 15, 18, 19, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 44, 46 e 47.

A segunda população é representada por cristais euédricos bipiramidais com razão de alongação entre dois e quatro para um. Apresentam padrão zonado com contraste mediano entre as bandas de crescimento e por vezes não apresentam zonação. Representam esta população os grãos: 01, 02, 20, 21, 22, 23, 45, 54, 55, 56, 48, 56, 57, 58, 59.

Os zircões número 37 e 50 possuem formato acicular com razão de alongação em torno de cinco para um não se enquadram em nenhuma das populações supracitadas.

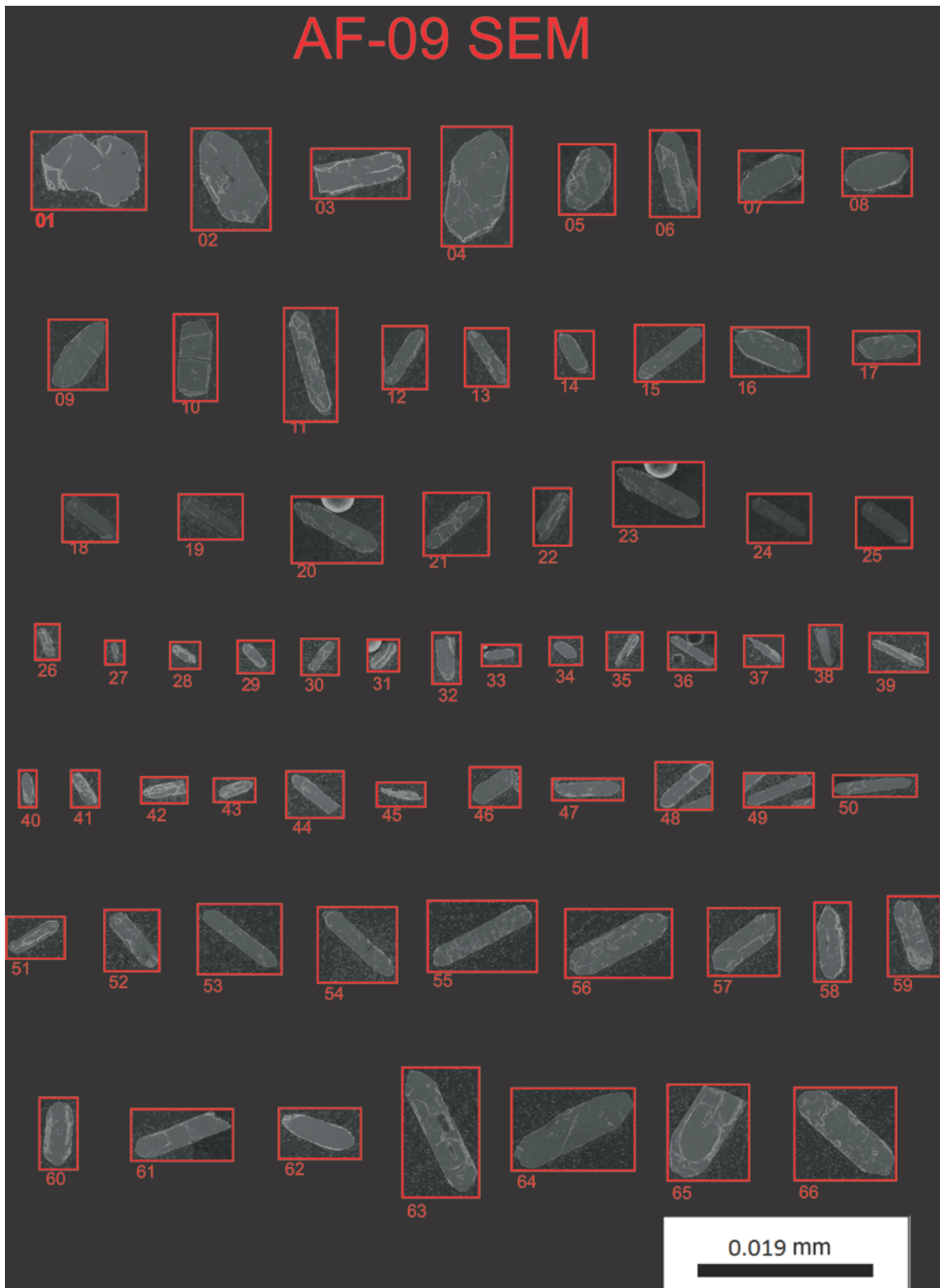


Figura 22: Imagens de elétrons secundários da amostra AF-09.

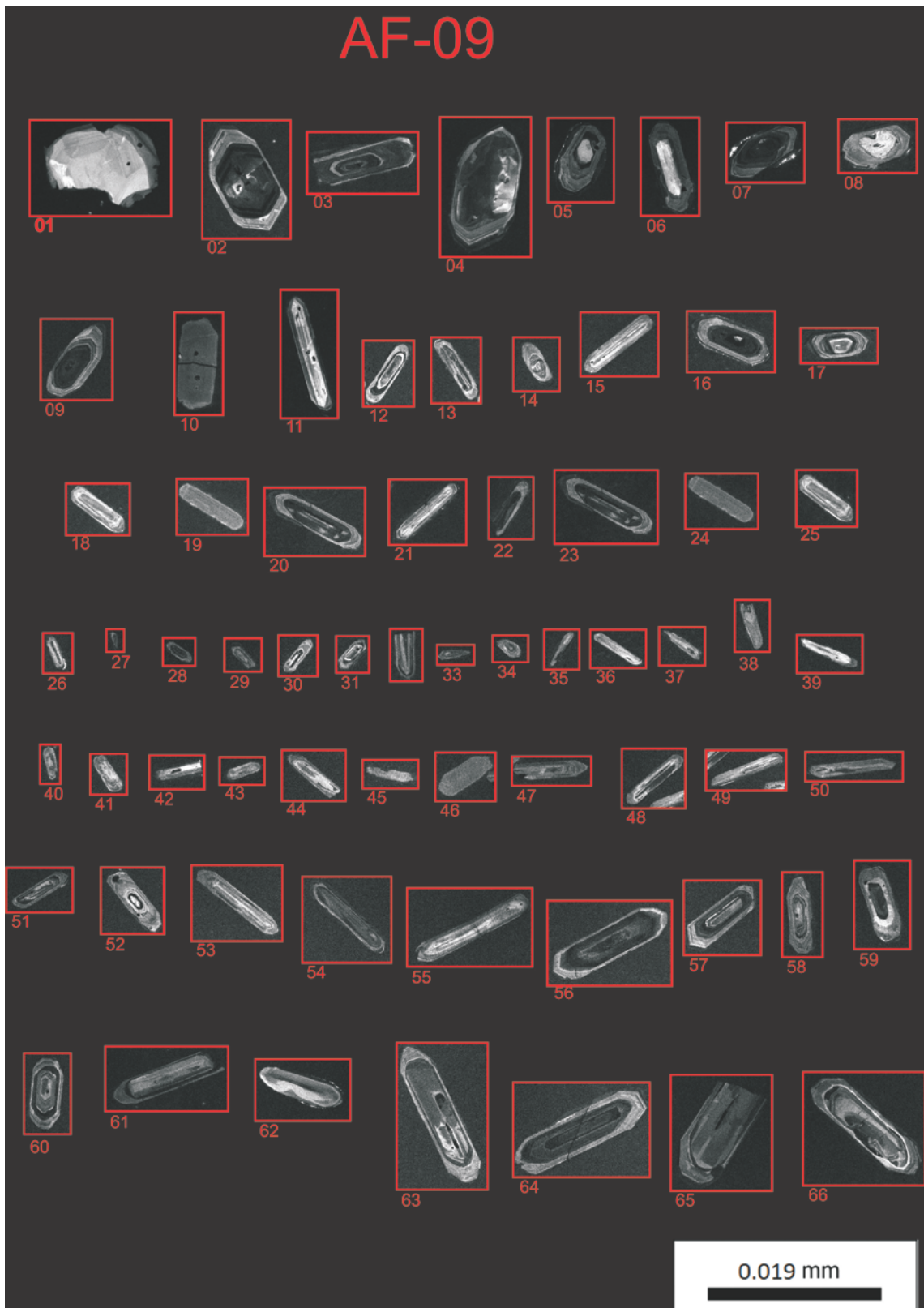


Figura 23: Imagens de catodoluminescência da amostra AF-09.



Figura 24: Imagens de elétrons secundários da amostra AF-14.

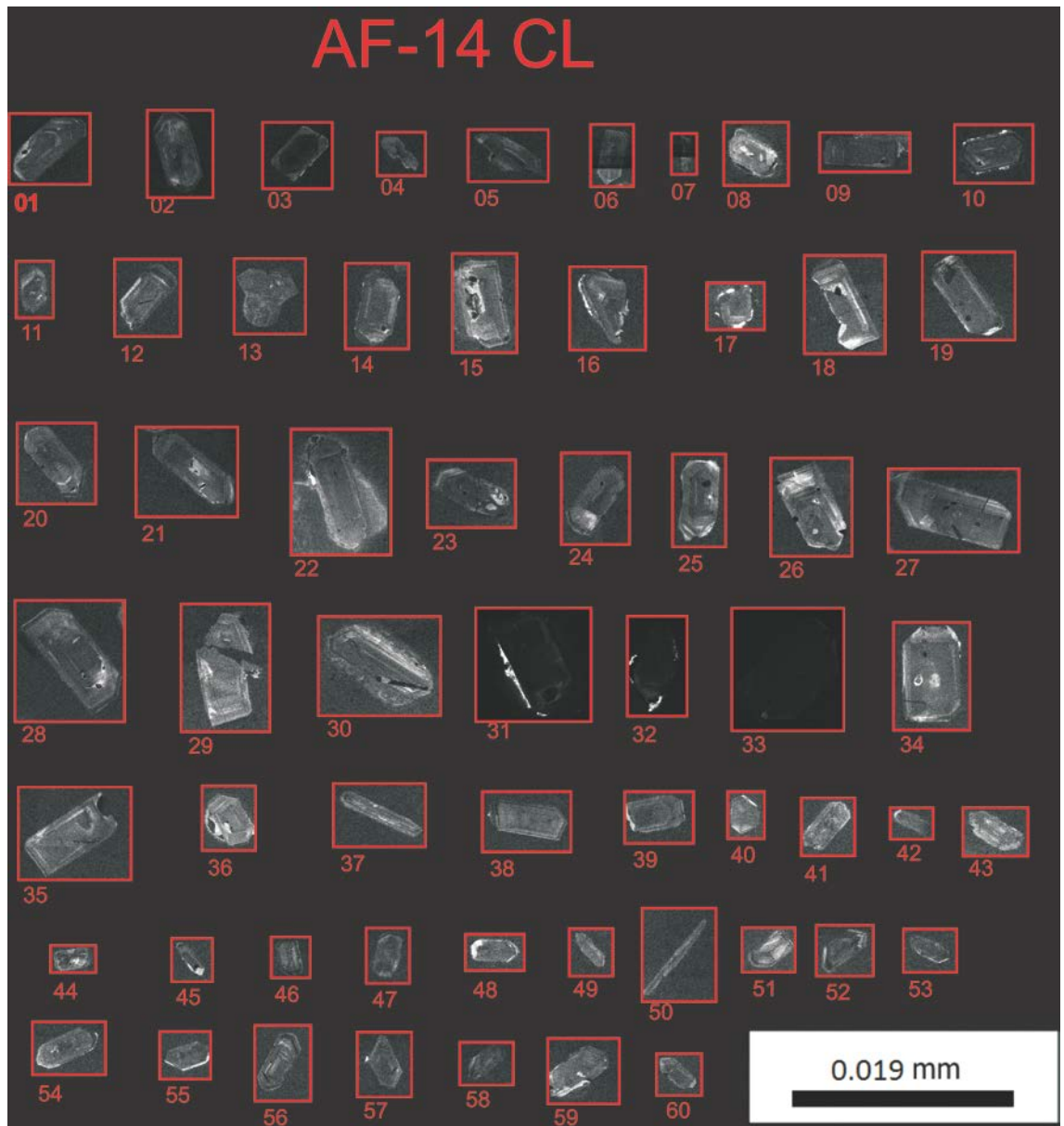


Figura 25: Imagens de catodoluminescência da amostra AF-14.

7. Discussões

O trabalho de campo realizado nas áreas consideradas anômalas por Garcia (2013) permitiu observar feições de alteração hidrotermal como abundância de veios, vênulas, brechação e presença de paragêneses de alteração. Quanto mais próximo aos locais considerados anômalos, pode-se observar maior intensidade destes processos.

Em termos regionais, pode-se observar a presença do litotipo mais comum que trata-se de um Monzogranito, possivelmente correlato com o Facies Cerro Grande da Suíte Granítica Dom Feliciano, o que coincide em grande parte com o mapa de Ramgrab (1997). Esta parece ser a unidade hospedeira principal. O monzogranito foi amostrado em diversos pontos para petrografia e dois destes foram selecionados com o intuito de obter separados de zircão (AF-09 e AF-14). Estes pontos foram escolhidos por estarem próximos a uma falha NE-SW considerada importante como controle das anomalias e mineralizações.

O ponto AF-09 teve como intuito a coleta de amostra para caracterização petrográfica das rochas hospedeiras da mineralização, e foi feita próximo à região da Mina Galena. Características composicionais, texturais e de campo como fluxo magmático e relações de contato com o sienogranito permitem classificá-la como do similar ao litotipo que hospeda às mineralizações na área da Mina da Galena.

Na área observou-se que a segunda litologia mais abundante é um sienogranito, possivelmente o Facies Serra do Herval da Suíte Granítica Dom Feliciano. Foi possível confirmar que os limites estabelecidos no mapa de Ramgrab (1997) para o domínio de Facies Cerro Grande e Serra do Herval, parece estar de acordo. O ponto AF-01, a partir das análises petrográficas microscópicas, mostrou feições de desequilíbrio abundantes na lâmina, como textura granofírica nos k-feldspato, mirmequitas entre o plagioclásio e k-feldspato, oligoclásio envolto por k-feldspato e cristais de plagioclásio com bordas albíticas que são características de desequilíbrio gerado por resfriamento por perda de fluidos, condizente com o modelo proposto para a mineralização na região. Assim, talvez os granitos que são relacionados com a mineralização possam ser correlatos e/ou contemporâneos à intrusão deste Facies.

O Riolito porfirítico é bastante restrito e está presente no ponto central da anomalia considerada mais importante por Garcia (2013) e que coincide

com a zona de falha que passa pela Mina Galena, onde outra unidade (quarto-pórfiro, Henrichs, 2010) foi anteriormente descrito. No ponto AF-17, ele tem características composicionais, texturais e estrutural muito similares as que são descritas por Ramgrab (1997) como pertencentes aos corpos subvulcânicos Ana Dias, que por sua vez estão associados aos últimos episódios magmáticos da SGDF. Assim também podem ser relacionados ao sistema mineralizante, necessitando de mais dados para aprofundar a questão.

Em relação ao zircões estudados, estes foram provenientes de duas amostras de monzogranito (AF-09 e AF-14). Os cristais de zircão apresentam uma complexidade interna como frequente presença de núcleos de xenocristais. Esta complexidade deve ser levada em conta nos posteriores processos de datação e poderão contribuir para o entendimento de evolução crustal do Cinturão Dom Feliciano. Apresentam também padrões de zonação variados em relação ao que foi proposto por Corfu (1980) para diferentes níveis de diferenciação.

8. Conclusões

As principais conclusões do trabalho incluem três aspectos principais.

Um primeiro relativo à geologia de campo, na qual foi possível constatar a presença de importantes alterações hidrotermais exatamente nos locais apontados por Garcia (2013) como sendo áreas potenciais para mineralizações similares as observadas na área da Mina Galena.

Um segundo aspecto importante foi a caracterização de um Riólito porfirítico na área anômala de Garcia (2013). Estes corpos podem ser correlatos aos corpos subvulcânicos do tipo quartzo pórfiro aflorantes próximo a Mina da Galena. Entendê-los melhor constitui um estudo futuro importante para o entendimento do papel e representatividade desta litologia no contexto das mineralizações.

O terceiro aspecto, refere-se aos dados obtidos da descrição morfológica dos zircões do Monzogranito. Os aspectos texturais observados a partir de imagens de MEV (elétrons secundário e catodoluminescência) permitiram uma análise mais apurada das feições internas como zonação e presença de núcleos xenocristálicos. A identificação destes núcleos permitirá um levantamento geocronológico que não será restrito apenas a idade de cristalização, mas poderá dar informações relevantes sobre a evolução crustal do terreno nesta área.

Recomenda-se, posteriormente, a datação destas amostras de zircão descritas aqui em detalhe e dos corpos relacionados aos últimos estágios magmáticos da SGDF, como o Sienogranito e Riolito porfirítico identificados neste trabalho. Corpos previamente descritos em outros trabalhos como o Quartzo-Pórfiro (Henrichs, 2010) e o Leucogranito (Garcia, 2013) também são importantes para que desta forma se tenha um panorama bem detalhado das relações entre os corpos sub-vulcânicos/hipabissais e hospedeira.

Referências Bibliográficas

Almeida, F.F.M.; Amaral, G.; Cordani U.G.; Kawashita, K. 1973. The precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of Amazonas River. In: Nairn, A.E.M.; Stheli, F.G. (Eds.). **The Oceans Basin and Margins**. New York: Plenum Press, v. 1, p. 411-446.

Babinski, M.; Chemale Jr. F.; Van Schmus, W.R.; Hartmann, L.A.; Silva, L.C. 1996. U/Pb and Sm/Nd geochronology of the Neoproterozoic granitic-gneissic Dom Feliciano belt, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** 10 (3/4), 263e274.

Babinski, M.; Chemale Jr. F.; Van Schmus, W.R.; Hartmann, L.A.; Silva, L.C. 1996. Juvenile Accretion at 700-750 Ma In Southern Brazil. **Geology**, Estados Unidos, v.24, n. 05, p. 439-442

Corfu, F.; Hanchar, J.M.; Hoskin, P.W.O.; Kinny, P. 2003. **Atlas of Zircon Textures**. In: Hanchar, J.M. & Hoskin, P.W.O. (eds) **Zircon**. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, Mineralogical Society of America, 53, 486-500.

Fernandes, L.A.D.; Costa, A.F.U.; Ramgrab, G.E.; Camozzato, E.; Azevedo, M.L.V. 1995. Compartimentação tectônica das associações de rochas Pré-cambrianas do Escudo Sul-Riograndense baseada em dados de magnetometria e gravimetria. In: 5º Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 1995. **Boletim de Resumos Expandidos**, p. 236-238

Fernandes, L.A.D.; Menegat, R.; Costa, A.F.U.; Koester, E.; Porcher, C.C.; Tommasi, A.; Kraemer, G.; Ramgrab, G.E.; Camozzato, E. (1995) Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano: Parte 1 - Uma contribuição a partir do registro geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, pp. 351-374.

Fernandes, L.A.D.; Menegat, R.; Costa, A.F.U.; Koester, E.; Porcher, C.C.; Tommasi, A.; Kraemer, G.; Ramgrab, G.E.; Camozzato, E. (1995) Evolução

tectônica do Cinturão Dom Feliciano: Parte 2 - Uma contribuição a partir das assinaturas geofísicas. **Revista Brasileira de Geociências** v. 25, p. 375-384.

Fragoso-César, A.R.S. 1980. O cráton Rio de La Plata e o cinturão Dom-Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul Riograndense. Em: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camburiú, **Anais**, p. 2879-2891.

Fragoso-César, A.R.S.; Figueiredo, M.C.H.; Soliani Jr. E.; Faccini, U.F. 1986. O Batólito Pelotas (Proterozóico Superior/ Eo-Paleozóico) No Escudo do Rio Grande do Sul. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, **Anais**, p. 1322-1343

Frantz, J.C.; McNaughton, N.J.; Marques, J.C.; Hartmann, L.A.; Botelho, N.F.; Caravaca, G., 2003. SHRIMP U-Pb zircon ages of granitoids from southernmost Brazil: constrains on the temporal evolution of the Dorsal de Canguçu transcurrent Shear Zone and Eastern Dom Feliciano Belt. In: SBG, South American Symposium on Isotope Geology, IV, **Short Papers**, Salvador, vol. 1, p. 174 e 177

Frantz, J.C. and Botelho, N.F., 2000. Neoprototerozoic Granitic Magmatism and Evolution of the Eastern Dom Feliciano Belt in Southernmost Brazil: A Tectonic Model. **Gondwana Research**, Japão, v.3, p. 7-19.

Frantz, J.C.; Botelho, N.F.; Pimentel, M.M.; Potrel, A. and Koester, E. (1999) Relações isotópicas Rb-Sr e Sm-Nd e idades do magmatismo granítico brasileiro da região leste do Cinturão Dom Feliciano no Rio Grande do Sul: evidências de retrabalhamento de crosta continental paleoproterozóica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, (in press).

Frantz, J.C.; Lima, E. F.; Pinheiro-Machado, R.; Naumann, M.P. 1984. Contribuição à geologia da região de Encruzilhada do Sul, RS. In: **S.B.G., Cong. Bras. Geol.**, **33**, Rio de Janeiro, Anais, 5: p. 2407-2416.

Frantz, J.C.; Nardi, L.V.S. 1992. Litoquímica e evolução de granitoides cálcio-alcalinos da região leste do Escudo Sul-Riograndense. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 13-25.

Frantz, J.C.; Remus, M.V.D. 1986. Geologia da região de Canguçu-Torrinhas, RS – Caracterização petrográfica, estrutural e estratigráfica. Congresso Brasileiro de Geologia, **Boletim de Resumos Expandidos**, v. 2, p. 931-948.

Frantz J.C.; Remus, M.V.D.; Hartmann, L.A. 2000. Geologic units, ages and tectonic evolution of the Neoproterozoic Dom Feliciano Belt, southern Brazil: a review. **Revista Brasileira de Geociências**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 55-57.

Garcia F.P. 2013. Construção de um sistema geográfico de informação voltado à prospecção mineral na Região da Mina Galena, Amaral Ferrador – RS. 76p. Monografia(Graduação) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Hartmann L. A., Nardi L. V. S., Formoso M. L. L., Remus M. V. D., Lima E. F. DE, Mexias A. S. 1999a. Magmatism and metallogeny in the crustal evolution of Rio Grande do Sul Shield. **Pesquisas**. 26, p. 73-92.

Henrichs, I.A. 2010. Caracterização do sistema hidrotermal da Mina-Galena, Amaral Ferrador – RS: Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Koester, E.; Fernandes, L.A.D.; Soliani Jr. E.; Nardi, L.V.S.; Kraemer, G.; Roisenberg, A., 2001a. Geologia e geoquímica de granitoides sintectônicos à Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu, Encruzilhada do Sul, RS. **Revista Brasileira de Geociências** 31 (2), 141 e 154.

Koester, E.; Kraemer, G.; Tommasi, A.; Solani Jr., E.; Fernandes, L.A.D. 1994. Evolução Geocronológica do Magmatismo Sintectônico à Zona de Cisalhamento

Dorsal do Canguçu (RS): Dados Rb/Sr. In: S.B.G., Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Camboriu, **Boletim de Resumos Expandidos**, v. 2 , p. 383-384.

Leite, J.A.D.; Hartmann, L.A.; McNaughton, N.J.; Chemale Jr., F., 1998. SHRIMP U/Pb zircon geochronology of Neoproterozoic juvenile and crustal-reworked terranes in southernmost Brazil. **International Geology Reviews** 40, 688 e 705.

Nunes, L.C.; Camatti, C.; Remus, M.V.D. 2004, Geoquímica de muscovitas aplicada ao estudo da metalogênese do minério de Pb de Amaral Ferrador, RS. **Dez Anos de Microsonda Eletrônica em Porto Alegre**. ILEA/UFRGS. P. 108-11

Oyhantçabal, P.B.; Siegesmund, S.; Wemmer, K.; Presnyakov, S.; Layer, P., 2009. Geochronological constraints on the evolution of the southern Dom Feliciano Belt (Uruguay). **Journal of the Geological Society of London** 166, 1075 e 1084.

Philipp, R.P.; Machado, R.; Chemale Jr.; F., 2003. Reavaliação e novos dados geocronológicos (Ar/Ar, Rb/Sr e Sm/Nd) do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: implicações petrogenéticas e idade de reativação das zonas de cisalhamento. *Geologia USP*, **Série Científica** 3, 71e84.

Philipp, R.P.; Machado, R. 2005. The Neoproterozoic to Cambrian granitic magmatism of Pelotas Batholith, southern Brazil. **Journal of South American Earth Science** 19, 461e478.

Ramgrab, G.E. ; Wildner, W.; Sander, A. 1997. Geologia, em Ramgrab G. E. (Revisor). Folha SH-22-Y-B – Porto Alegre, **Programa de levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**, CPRM, SUREG-RS, p.13-73.

Rost, M.C. 2006. Caracterização Estrutural e Petrográfica do Paleossistema Hidrotermal de Amaral Ferrador. 87f. Monografia (Graduação) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Sato, K. e Kawashita, K., 2002. Espectrometria de Massas em Geologia Isotópica. **Revista Instituto de Geociências – USP** (geologia USP, Série Científica.São Paulo, V.2,p. 57-77, dezembro 2002)

Wayne D.M., Sinha A.K., 1992. Stability of zircon U-Pb systematics in a greenschist-grade mylonite: an example from the Rockfish Valley fault zone, central Virginia, USA. **J Geol** **100** : p. 593-603