

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**GEOLOGIA DOS GRANITOS PERALUMINOSOS DO MUNICÍPIO DE  
ITAPEMA, SC**

Bruna Caroline Pscheidt

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora para a obtenção do  
Grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Sacks de Campos

Coorientador: Prof. Dr. Breno Leitão Waichel

Florianópolis

Ano 2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pscheidt, Bruna Caroline  
GEOLOGIA DOS GRANITOS PERALUMINOSOS DO MUNICÍPIO DE  
ITAPEMA, SC / Bruna Caroline Pscheidt ; orientador,  
Roberto Sacks de Campos , coorientador, Breno Leitão  
Weichel, 2019.  
65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Filosofia e Ciências Humanas, Graduação em Geologia,  
Florianópolis, 2019.

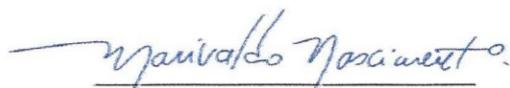
Inclui referências.

1. Geologia. 2. Granitos peraluminosos. 3. Petrografia  
. 4. Textura. 5. Complexo Metamórfico Brusque. . I. Sacks  
de Campos , Roberto . II. Leitão Weichel, Breno . III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Geologia. IV. Título.

**GEOLOGIA DOS GRANITOS PERALUMINOSOS DO MUNICÍPIO DE  
ITAPEMA, SC.**

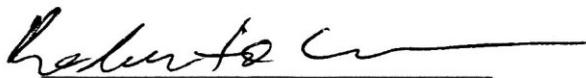
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Geologia, e aprovado em sua forma final pelo Coordenador do Curso de Geologia.

Florianópolis, 22 de janeiro de 2020.



Prof. Marivaldo dos Santos Nascimento, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Roberto Sacks de Campos, Dr.  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Edison Ramos Tomazzoli, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Luana Moreira Floriabal, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a todos os amigos, professores e outros profissionais dedicados que de alguma forma contribuíram a realização deste TCC.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores que dão a graduação um significado maior do que a aquisição de um diploma, aos que são uma inspiração para o que vem mais adiante. Agradeço especialmente ao meu orientador, Roberto Sacks de Campos, e a Luana Moreira Florisbal, que o ajudou a me orientar e a me aconselhar quando foi necessário, obrigada pela confiança e pela compreensão. Aos amigos e familiares agradeço por toda a ajuda e apoio ao longo da trajetória do curso. E, por fim, agradeço também a PRAE, a CAE e ao SAPSI pelo suporte financeiro e psicológico, que foram fundamentais para poder, e conseguir, dedicar-me aos estudos.

## RESUMO

Os granitos peraluminosos (também chamados de leucogranitos) que ocorrem na região costeira de Itapema são constituídos por injeções tabulares de espessura variando entre 10 e 50cm e orientação SW-NE, são concordantes a sub-concordantes com relação a foliação regional S2 dos gnaises cálcio-silicáticos encanixantes, pertencentes ao Complexo Metamórfico Brusque. Este complexo é caracterizado como um espesso pacote de rochas metassedimentares clásticas, dominado por filitos e xistos micáceos intercalados com semipelitos, quartzitos, mármore e rochas calci-silicáticas, possui ocorrências restritas de rochas metavulcânicas de composição máfica a ultramáfica, além das referidas rochas graníticas intrusivas. Esses granitóides que foram injetados a  $545 \pm 55\text{Ma}$  (datação de Monazita por Tickyj et al., 2004), são subhorizontais e horizontais em relação às rochas encaixantes e estão localizados nas praias de Ponta Grossa, Ponta da Ilhota e Meia Praia, onde foram coletadas amostras para análise em duas escalas, macro e microscópica. As descrições foram feitas com base em estimativa de proporção mineral e na análise de texturas, também foram identificados minerais de alteração hidrotermal (com seritização e/ou cloritização) e de alteração intempérica (com oxidação e/ou argilização). As texturas foram classificadas de acordo com a relação entre os grãos, homogeneidade granulométrica e granulometria. A nomenclatura seguiu as orientações da IUGS e BSG, de modo que as injeções foram classificadas como: **Sienogranito** *equigranular fino a médio com turmalina-muscovita*; *Muscovita* **monzogranito** *inequigranular fino a grosso com turmalina*; **Sienogranito-pegmatítico** *médio a muito grosso com biotita-turmalina-apatita-epidoto*; **Alcali-feldspato-granito** *inequigranular fino a grosso com turmalina-muscovita*; **Sienogranito** *equigranular fino a médio com biotita*; *Biotita* **sienogranito** *equigranular fino a médio*; *Muscovita-apatita* **monzonito** *inequigranular fino a grosso com epidoto*; **Granodiorito** *inequigranular fino a grosso com turmalina-muscovita*; **Monzogranito-pegmatítico** *médio a muito grosso com muscovita-epidoto-biotita-apatita*; *Muscovita* **granodiorito** *equigranular fino a médio com granada*.

Palavras-chave: 1.Granitos peraluminosos 2.Petrografia 3.Texturas 4.Métodos de classificação 5.Complexo Metamórfico Brusque.

## ABSTRACT

Peraluminous granites (also called leucogranites) that occur in the coastal region of Itapema consist of tabular injections of thickness ranging from 10 to 50cm and SW-NE orientation, are concordant to sub-concordant with the regional foliation S2 of calcium-gneisses silicate compounds belonging to the Brusque Metamorphic Complex. This complex is characterized as a thick package of clastic metasedimentary rocks, dominated by phyllites and micaceous shales interspersed with semipelites, quartzites, marbles and calci-silicate rocks. These granitoids were injected at  $545 \pm 55$ Ma (dating from Monazita by Tickyj et al., 2004), they are subhorizontal and horizontal to the embedded rocks and they occur in the north coast of Itapema, at the beaches: Ponta Grossa, Ponta da Ilhota and Meia Praia, where samples were collected for analysis in thin and hand samples. Descriptions of thin sections were made based on mineral proportion estimation and texture analysis, weathering (with oxidation and/or clayization) and hydrothermal (with seritization and/or chloritization) minerals were also identified. The textures were classified according to the relationship between grains, particle size homogeneity and grain size. The nomenclature followed the IUGS and BSG guidelines, thus, the samples were classified as: *thin to medium equigranular **syenogranite** with tourmaline-muscovite*; *Thin to coarse unequigranular muscovite **monzogranite** with tourmaline*; *Medium to very thick **syngogranite-pegmatite** with biotite-tourmaline-apatite-epidote*; *Fine to coarse unequigranular **alkali-feldspar-granite** with tourmaline muscovite*; *Fine to medium equigranular **syenogranite** with biotite*; *Fine to medium equigranular biotite **syenogranite***; *Thin to thick unequigranular muscovite-apatite **monzonite** with epidote*; *Fine to coarse unequigranular **granodiorite** with tourmaline-muscovite*; *Medium to very thick **monzogranite-pegmatite** with muscovite-epidote-biotite-apatite*; *Fine to medium equigranular muscovite **granodiorite** with grenade*.

Keywords: 1.Peraluminous granite 2.Petrography 3.Texture 4.Classification methods 5. Complexo Metamórfico Brusque.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama QAP simplificado, para classificação em campo de rochas ígneas cristalinas. ....	17
Figura 2. Diagrama QAP, para classificação de rochas ígneas cristalinas.....	18
Figura 3. Modelo para análise de homogeneidade granulométrica.....	21
Figura 4. Relação entre os grãos na textura granular. ....	22
Figura 5. Relação entre os grãos na textura intergranular. ....	22
Figura 6. Relação entre os grãos na textura pegmatóide.....	23
Figura 7. Mapa geológico com localização dos pontos estudados.....	29
Figura 8. Leucogranitos foram injetados ao longo da foliação $S_2$ e são sub-horizontais.....	30
Figura 9. Visão geral do Ponto B2, estão marcadas as delimitações das injeções no corpo granítico, que são concordantes com a encaixante. ....	35
Figura 10. Em injeção A: (a) Cristais de turmalinas com textura sintaxial (cristais com orientação preferencial paralelos entre si) visto em corte lateral; (b) Muscovita disposta em agregados, chamados "booklets" ou "livrinhos"; (c) Cristais de turmalinas com textura sintaxial (cristais paralelos entre si) visto em corte basal; (d) Pequena quantidade de granada presente em porções isoladas e irregulares. Vista de parte do corpo granítico: (e) alternância entre granito equigranular e injeção B; (f) alternância entre granito equigranular e injeção C. ....	35
Figura 11. Visão geral do afloramento do Ponto B3, estão marcadas as delimitações entre as injeções, que estão concordantes com a encaixante. ....	36
Figura 12. (a) Visão geral da injeção granítica mais ao sul, corpo intrusivo, concordante com a rocha encaixante, possui aproximadamente 16m de comprimento, (b) Detalhe da injeção granítica, que possui cristais de turmalina com textura sintaxial (em níveis com orientação preferencial concordante com a encaixante).....	36
Figura 13. Contato abrupto com embasamento em bloco de granito movimentado (não está in situ). ....	37
Figura 14. Panorama geral do ponto B5, marcado a identificação das rochas.....	38
Figura 15. Rocha encontrada no Ponto B6, traçado em amarelo está marcada a orientação preferencial de grãos de biotita, que estão subconcordantes com o plano de xistosidade da rocha encaixante (marcado em laranja).....	38
Figura 16. Visão geral do ponto B7, no topo corpo granítico é discordante em relação ao bandamento gnáissico da encaixante, já na base as injeções graníticas são concordantes. ....	40
Figura 17. (a) Corpo granítico mistura texturas vistas nos outros pontos de forma dissemina discordantemente em relação a encaixante, (b) detalhe em parte do corpo granítico onde cristais de turmalina com textura sintaxial tem orientação preferencial paralela entre si, corte basal, (c) detalhe	

outra parte, onde cristais de turmalinas com textura sintaxial tem orientação preferencial radial.....	40
Figura 18. Estereogramas do tipo pólos de planos representando as injeções graníticas, em vermelho, e o bandamento gnáissico, em verde; (a) referente aos pontos B1 a B6, (b) referente ao ponto B7.....	41
Figura 19. Amostra B1A, sienogranito equigranular fino a médio, possui turmalina e muscovita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	42
Figura 20. Amostra B2A, monzogranito inequigranular fino a grosso, possui muscovita como mineral varietal e turmalina como acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	43
Figura 21. Amostra B2B, turmalinito, rocha encaixante, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	44
Figura 22. Amostra B2C, sienogranito de textura pegmatítica médio a muito grosso, possui biotita, turmalina, apatita e epidoto como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	44
Figura 23. Amostra B2D, alcali feldspato granito inequigranular fino a grosso, possui turmalina e muscovita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	45
Figura 24. Amostra B3A, sienogranito equigranular fino a médio, possui biotita como mineral acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	46
Figura 25. Amostra B3B, sienogranito equigranular fino a médio, possui biotita como mineral varietal, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	46
Figura 26. Amostra B3C, contato granito-turmalinito. Monzonito inequigranular fino a grosso, apresenta muscovita e apatita como minerais varietais e epidoto como acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	47
Figura 27. Amostra B4A, granodiorito inequigranular fino a grosso, apresenta turmalina e muscovita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	48
Figura 28. Amostra B5A, rocha encaixante, quartzito, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	49
Figura 29. Amostra B5B, monzogranito de textura pegmatítica médio a muito grosso, possui muscovita, epidoto, biotita e apatita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	50
Figura 30. Amostra B6A, granodiorito equigranular fino a médio, possui muscovita como mineral varietal e granada como acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.....	50
Figura 31. Teores dos minerais Quartzo, Feldspato alcalino e Plagioclásio plotados no Diagrama QAP determinam os nomes-raiz das amostras: Sienogranito, monzogranito, alcalifeldspato granito, monzonito e granodiorito.....	53
Figura 32. Histogramas de frequência das amostras B1A e B2A, cujos tamanho de grão,	

conforme SBG, variam entre: (a) fino e médio e (b) fino e grosso. ....	54
Figura 33. Histogramas de frequência das amostras B2C e B2D, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre: (a) médio e muito grosso e (b) fino e grosso. ....	54
Figura 34. Histogramas de frequência das amostras B3A e B3B, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre fino e médio (a) e (b). ....	55
Figura 35. Histogramas de frequência das amostras B3C e B4A, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam de fino a grosso (a) e (b). ....	55
Figura 36. Histogramas de frequência das amostras B5B e B6A, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre: (a) médio e muito grosso e (b) fino e grosso. ....	55
Figura 37. Polígonos de frequência de rochas: (a) equigranular e (b) inequigranular (inequigranular seriada). ....	56
Figura 38. Polígono de frequência de rocha pegmatítica (inequigranular porfirítica fanerítica). ....	57
Figura 39. Polígonos de frequência de rochas: (a) inequigranular (inequigranular seriada), (b) e (c) equigranulares, e (d) inequigranular (inequigranular seriada). ....	57
Figura 40. Polígonos de frequência de rochas: (a) inequigranular (inequigranular seriada), (b) pegmatítica (inequigranular porfirítica fanerítica) e (c) equigranular. ....	57
Figura 41. Histogramas de frequência com parâmetros de granulometria propostos pela IUGS (em vermelho). ....	65

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Comparação entre a classificação por tamanho de grão proposta pela BGS e pela IUGS .....	19
Tabela 2. Classificação de rochas cristalinas proposta por Gillespie & Styles (1999).....	20
Tabela 3. Identificação dos pontos descritos em campo e suas respectivas coordenadas .....	33
Tabela 4. Síntese da descrição petrográfica das amostras das rochas graníticas .....	51
Tabela 5. Síntese da descrição petrográfica das rochas encaixantes .....	52
Tabela 6. Resumo de todas as classificações usadas para nomenclatura .....	58
Tabela 7. Dados estruturais. ....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BGS – British Geological Survey (Serviço Geológico Britânico)

CGSC – Complexo Granulítico de Santa Catarina

CMB – Complexo Metamórfico Brusque

ICM – Índice de Coloração Normativo (determinado com base no conteúdo de minerais máficos)

IUGS – *International Union of Geological Sciences* (Comitê Internacional de União das Ciências Geológicas)

M – Somatório do conteúdo de minerais máficos de uma rocha e demais minerais relacionados a estes minerais máficos

M' – Somatório do conteúdo de minerais máficos de uma rocha com exceção de minerais como muscovita, apatita, entre outros incolores

ZCMG – Zona de Cisalhamento Major Gercino

## SUMÁRIO

<b>Florianópolis</b> .....	<b>1</b>
<b>Ano 2019</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1. OBJETIVOS .....	15
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>16</b>
1.2. JUSTIFICATIVA .....	16
<b>2. REVISÃO CONCEITUAL</b>	<b>17</b>
2.1. CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS ÍGNEAS CRISTALINAS....	17
<b>2.1.1. Classificação por parâmetros modais (Mineralogia) .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2. Classificação por Textura</b> .....	<b>19</b>
2.1.2.1. Classificação por granulometria .....	19
2.1.2.2. Classificação por homogeneidade granulométrica	20
2.1.2.3. Classificação por forma e contato entre grãos.....	21
2.2. NOMENCLATURA DE ROCHAS ÍGNEAS CRISTALINAS ..	23
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>25</b>
3.1. ETAPA PRÉ-CAMPO .....	25
3.2. ETAPA DE CAMPO .....	25
3.3. ETAPA DE LABORATÓRIO .....	26
<b>3.3.1. Cálculo para mesclar medidas em escalas diferentes.....</b>	<b>26</b>
3.4. ETAPA DOS RESULTADOS .....	27
<b>4. ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>29</b>
4.1. LOCALIZAÇÃO .....	29
4.2. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	29
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>33</b>
5.1. GEOLOGIA.....	33
<b>5.1.1. PONTO B1</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1.2. PONTO B2</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1.3. PONTO B3</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1.4. PONTO B4</b> .....	<b>37</b>
<b>5.1.5. PONTO B5</b> .....	<b>37</b>
<b>5.1.6. PONTO B6</b> .....	<b>38</b>
<b>5.1.7. PONTO B7</b> .....	<b>39</b>
5.2. DADOS ESTRUTURAIS: ESTEREOGRAMAS .....	41
5.3. PETROGRAFIA .....	42
<b>5.3.1. Descrição das amostras</b> .....	<b>42</b>

5.3.1.1. B1A .....	42
5.3.1.2. B2A .....	42
5.3.1.3. B2B.....	43
5.3.1.4. B2C.....	44
5.3.1.5. B2D .....	45
5.3.1.6. B3A .....	45
5.3.1.7. B3B.....	46
5.3.1.8. B3C.....	47
5.3.1.9. B4A .....	48
5.3.1.10. B5A.....	48
5.3.1.11. B5B.....	49
5.3.1.12. B6A.....	50
<b>5.3.2. Tabela resumo da descrição petrográfica .....</b>	<b>51</b>
5.4. CLASSIFICAÇÕES .....	52
<b>5.4.1. Classificação por parâmetros modais (Mineralogia).....</b>	<b>52</b>
5.4.1.1. minerais essenciais: Diagrama QAP .....	52
5.4.1.2. minerais não-essenciais.....	53
<b>5.4.2. Classificação por granulometria.....</b>	<b>54</b>
5.4.2.1. Classificação com parâmetros propostos por Gillespie & Styles (1999)	54
<b>5.4.3. Classificação por homogeneidade granulométrica .....</b>	<b>56</b>
5.5. NOMENCLATURA.....	57
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>60</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	<b>61</b>
ANEXO .....	64

## **1. INTRODUÇÃO**

Os Granitos peraluminosos, também chamados de Leucogranitos, já foram classificados quanto a suas características mineralógicas, geoquímicas e de índice de cor em publicações anteriores (PHILIPP et al. 2004; CAMPOS 2007; CAMPOS & PHILIPP 2007; PHILIPP & CAMPOS, 2010; CAMPOS, 2011; CAMPOS & PHILIPP, 2011). Os autores sugerem que essas rochas que foram injetadas ao longo da foliação  $S_2$  do CMB, já que são concordantes com foliação de baixo ângulo das unidades metamórficas do CMB. Caracterizaram os referidos granitóides como de composição monzogranítica, cor esbranquiçada a rosada e estrutura bandada, subordinadamente, maciça, foliada e milonítica. E descreveram a sua mineralogia dada por K-feldspato, plagioclásio e quartzo, teores subordinados de muscovita e turmalina, com biotita, granada, monazita, zircão, apatita e minerais opacos como acessórios.

Este trabalho vem a complementar os estudos sobre essas rochas, mas com ênfase em aspectos texturais. A caracterização das estruturas também é uma das funções da pesquisa, que aborda a relação de contato entre os granitóides e suas encaixantes. Parâmetros modais de teor mineral (minerais essenciais, varietais e acessórios), granulometria e homogeneidade granulométrica são os principais critérios de classificação empregados neste trabalho, além de descrever e a relação entre os grãos. A delimitação para dividir os tamanhos de grão entre fino, médios, grosso ou muito grosso foi baseada em Gillespie e Styles (1999) e a classificação das rochas entre equigranulares, inequigranulares seriadas e inequigranulares porfiríticas faneríticas foi baseada em Best (2002).

A nomenclatura foi feita a partir das diretrizes da IUGS e da SBG, que recomendam a unificação dos sistemas de nomenclatura de rochas, com o uso de nomes-raiz e termos qualificadores, o método explicita a classificação das rochas no próprio nome delas.

### **1.1. OBJETIVOS**

#### **1.1.1. Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização geológica dos granitos peraluminosos que afloram na região costeira do município de Itapema-SC, determinar aspectos texturais e composicionais com ênfase na descrição petrográfica em escala meso à micro-detalle, ainda tem como objetivo secundário caracterizar estruturas de forma a enfatizar o caráter intrusivo das rochas estudadas no CMB, e caracterizar as relações de contato com os gnaisses encaixantes do CMB.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

Fazer a classificação das rochas com base em dois esquemas diferentes de classificação: Best (2002) e Gillespie & Styles (1999), e dar a nomenclatura às rochas de maneira completa e auto-explicativa, levando em consideração aspectos composicionais e texturais (de homogeneidade granulométrica e granulometria).

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

Apesar do trabalho de Philipp & Campos (2010) apresentar uma caracterização geológica, geoquímica e petrogenética dos granitos estudados neste trabalho, até o presente momento não houve outras publicações. Como estas rochas apresentam uma excelente extensão de afloramento ao longo de costões, onde é possível observar claramente suas variações texturais e relações de contato, justifica-se a realização deste trabalho para caracterizar em melhor detalhe as rochas graníticas ocorrentes na área.

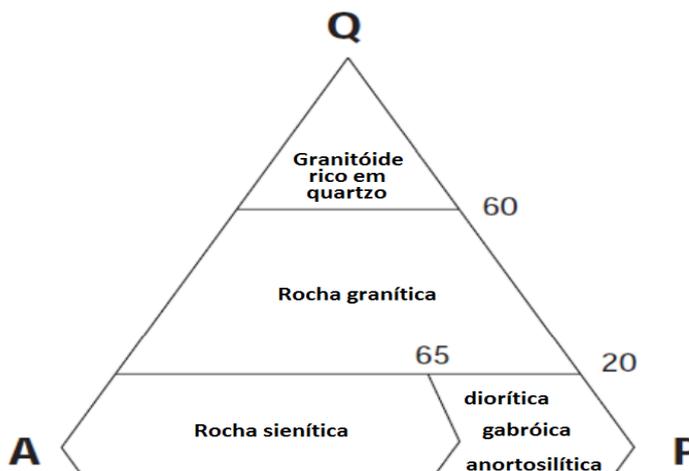
## 2. REVISÃO CONCEITUAL

### 2.1. CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS ÍGNEAS CRISTALINAS

#### 2.1.1. Classificação por parâmetros modais (Mineralogia)

A classificação de rochas ígneas cristalinas é dividida em três partes: (i) utilizar o diagrama QAP simplificado (Fig. 1); (ii) fazer a análise da proporção modal dos minerais e se for identificado que o teor de M é menor que 90%, então deve-se plotar as porcentagens dos minerais félsicos no QAP (STRECKEISEN, 1978) (Fig. 2); (iii) fazer a análise modal dos minerais e foi identificado que o teor de M é maior que 90%, então é uma rocha máfica e são utilizadas outras especificidades para classificação, as quais não correspondem a granitos e por isso não será detalhado.

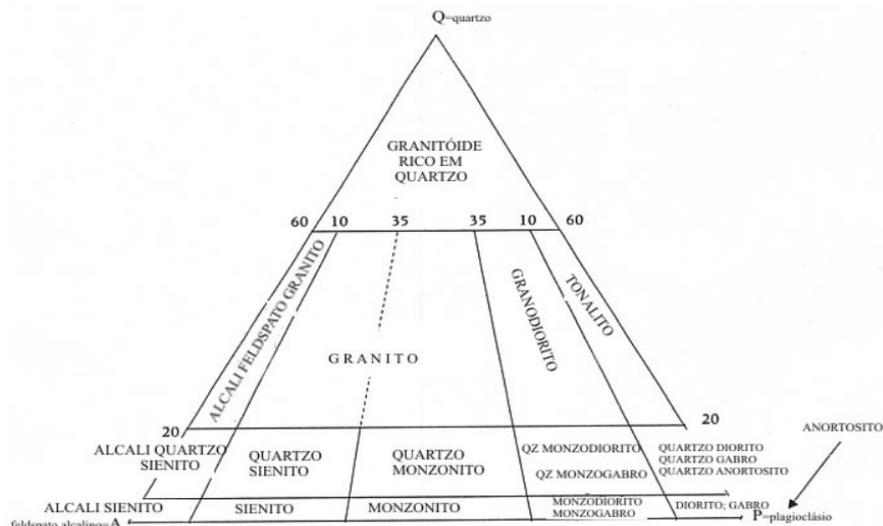
Figura 1. Diagrama QAP simplificado, para classificação em campo de rochas ígneas cristalinas.



Fonte: GILLESPIE & STYLES, 1999.

No diagrama QAP, as letras fazem referência à: (Q) quartzo, cristobalita; (A) feldspato alcalino, incluindo ortoclásio, microclínio, pertita, anortoclásio, e albita sódica (An 0 a An 5); (P) plagioclásio (An 5 a An 100) (LE MAITRE, 1989).

Figura 2. Diagrama QAP, para classificação de rochas ígneas cristalinas.



Fonte: GILLESPIE & STYLES, 1999.

O índice M faz referência aos minerais máficos e outros relacionados, portanto representa todos os outros minerais além do QAP. Os minerais Q, A, P e M são usados para classificações modais, onde a soma de  $Q + A + P + M$  deve ser 100%. (o diagrama QAPF, no qual se leva em consideração os feldspatóides, não foi utilizado tendo em vista que neste trabalho as rochas estudadas contêm quartzo).

Atentar para o fato de que existe uma diferença entre o valor  $M'$  e M conforme foi definido por Streckeisen 1973, 1976. Os autores utilizam o termo M para se referir a minerais máficos e demais minerais relacionados a estes minerais máficos. Já o termo  $M'$  se refere exclusivamente aos minerais máficos. Os termos leucocrático, mesocrático e melanocrático são definidos com base em valores absolutos de  $M'$ , assim sendo, não leva em consideração os minerais incolores. É importante, também, ressaltar que estes termos são diferentes dos prefixos “leuco-” e “melano-” que designam variações entre claro e escuro em uma rocha.

Sobre a classificação baseada em critérios mineralógicos, é importante lembrar que os termos do qualificador mineral não devem entrar em conflito com a definição do nome raiz, e não há sentido lógico listar um mineral como um qualificador se ele é um mineral formador da rocha a qual se está referindo.

Prefixos antecedem o nome do mineral que está sendo empregado como qualificador e tem por finalidade relatar a proporção do mineral na rocha. Devem ser usados seguindo as regras: (i) para os casos em que o mineral compreende menos do que 5% da rocha, deve-se nomear a rocha com o sufixo “com - ” seguido pelo mineral qualificador; (ii) quando o mineral constituir entre 5 e 20% da rocha, deve-se apenas acrescentar o nome do mineral que é usado como qualificador antecedendo o nome da rocha (se for mais de um mineral, deve aparecer mais próximo do nome raiz o nome do mineral de maior proporção, ao passo que o mais distante é o de menor); (iii) quando a composição for

maior que 20%, depois do nome da rocha deve aparecer o sufixo “rico em -” seguido pelo nome do mineral qualificador (novamente, quando houver mais de um qualificador, o nome do mineral mais abundante deve aparecer mais próximo do nome da raiz, e o de menor proporção mais distante).

## 2.1.2. Classificação por Textura

### 2.1.2.1. CLASSIFICAÇÃO POR GRANULOMETRIA

No livro Classificação de Rochas Ígneas (GILLESPIE & STYLES, 1999), que faz parte da série de livros intitulados Esquema de Classificação de Rochas, do Serviço Geológico Britânico (BGS), há uma proposta de alteração na classificação por tamanho de grão: Tradicionalmente o Comitê de União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) tomo como fronteira entre cristais de "granulação grossa" e "grão médio" em rochas cristalinas o tamanho 5mm, o que sugere cristalização profunda para um espectro grande de rochas; então a BGS optou por diminuir esse intervalo a fim de evitar a associação genética com cristalização profunda, para tal limitou “grãos médios” até o tamanho 2mm, e quando ultrapassa este valor considera-se como “grãos grossos” ou “muito grossos”, essa é a proposta de alteração da BGS, que é resumido na Tabela 1.

Tabela 1. Comparação entre a classificação por tamanho de grão proposta pela BGS e pela IUGS.

Classificação de rochas cristalinas ígneas			
Tamanho de cristal pela BGS		Tamanho de cristal pela IUGS	
Muito grosso	maior ou igual a 1,6 cm	Pegmatítico	maior ou igual a 10mm
Grosso	entre 1,6 cm e 2 mm	Grosso	entre 10 e 5mm
Médio	entre 2 e 0,25 mm	Médio	entre 5 e 1mm
Fino	entre e 0,25 e 0,032 mm	Fino	menor ou igual a 1mm
Muito fino	entre 0,032 mm e 0,004 mm		
Criptocristalino	menor ou igual a 0,004 mm		

Colocar o limite de tamanho de cristal entre grão médios e grossos em 2mm permitiu um exame cuidadoso de um grande número de rochas que no passado foram denominadas "granitos". Essa denominação sugere cristalização profunda, mas com os a proposta da SBG esses “granitos” devem passar à condição de cristais de tamanho médio e, deste modo, chamados, por exemplo, de microgranitos, rochas de cristalização mais rasa.

É interessante ressaltar essa mudança de faixa de transição de 5 para 2mm para diferenciar tamanhos de cristais grossos de médios, porque “o exame cuidadoso de um grande número de rochas que no passado foram denominadas "granitos" mostrou que muitas delas têm um tamanho médio de grãos inferior a 5mm, e, portanto, têm conotações de colocação em profundidade rasa” (adaptado de

GILLESPIE & STYLES, 1999). Do mesmo modo, na faixa de transição de cristais de "grão médio" e "grão fino", que passou de 1mm para 0,25mm, a alteração na proposta da SBG interfere na divisão entre rochas afaníticas e faneríticas, e, de tal modo, na ideia de rochas "vulcânicas" e "plutônicas".

Gillespie & Styles (1999) ainda propuseram esse modelo adaptado porque há a unificação entre dados de rochas sedimentares, metamórficas e ígneas em um mesmo diagrama. Os autores optaram pela alteração de parâmetro porque isso facilita o trabalho dos geólogos, faz com que em um único diagrama seja possível observar as delimitações granulométricas de tipos diferentes de rochas. Tabela 2 apresenta apenas os valores de referência para rochas ígneas cristalinas.

Tabela 2. Classificação de rochas cristalinas proposta por Gillespie & Styles (1999).

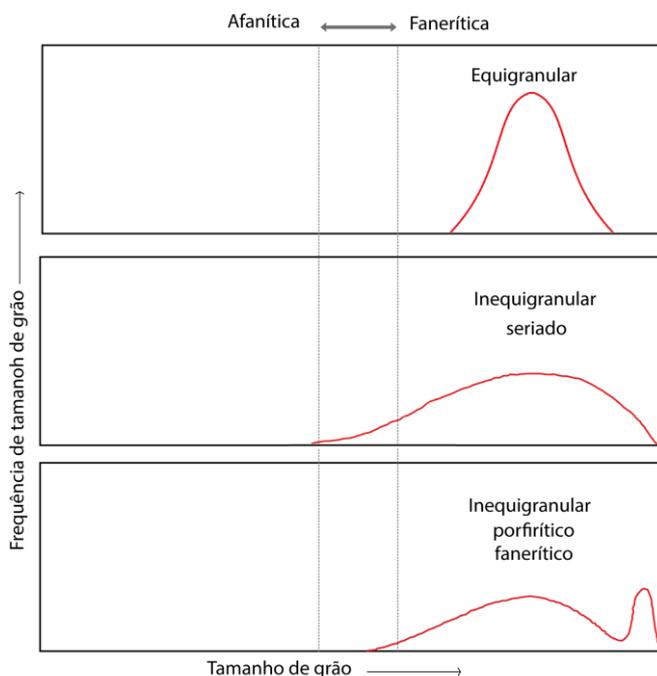
Tamanho de cristal	Classificação de rochas cristalinas ígneas
maior ou igual a 1,6 cm	Muito grosso
entre 1,6 cm e 2 mm	Grosso
entre 2 e 0,25 mm	Médio
entre 0,25 e 0,032 mm	Fino
entre 0,032 mm e 4 $\mu$ m	Muito fino
menor ou igual a 4 $\mu$ m	Criptocristalino

#### 2.1.2.2. CLASSIFICAÇÃO POR HOMOGENEIDADE GRANULOMÉTRICA

Outra forma de classificação de rochas é baseado na homogeneidade granulométrica, Best (2002) propôs um modelo (Fig. 3) de classificação baseado em curvas senoidais obtidas a partir de polígonos de frequência em histogramas de frequência; no eixo X estão os tamanhos de grão e no eixo Y a frequência com que estão presentes na rocha esses tamanhos. Esse modelo classifica amostras de rochas ígneas entre equigranulares, inequigranulares seriadas e inequigranulares porfiríticas faneríticas, dependendo da largura da base das curvas senoidais e se estas curvas são unimodais ou bimodais.

Equigranulares são as rochas em que o tamanho dos grãos não tem grande variação, logo, não há matriz, e a curva senóide deste tipo de rocha é unimodal com base estreita. Inequigranulares seriadas são rochas com maior variação de tamanho de grão, que possuem matriz, e a curva senóide deste tipo de rocha é unimodal de base larga. Inequigranulares porfiríticas faneríticas são rochas com grande variação de tamanho de grão, também possuem matriz, mas neste caso as rochas exibem uma diferença de tamanho de grão entre matriz e pórfiros de pelo menos 5 vezes o tamanho de grão da matriz; neste caso a curva senóide é bimodal, e quanto maior o afastamento entre as curvas normais, maior a discrepância entre os tamanhos dos pórfiros e da matriz.

Figura 3. Modelo para análise de homogeneidade granulométrica.



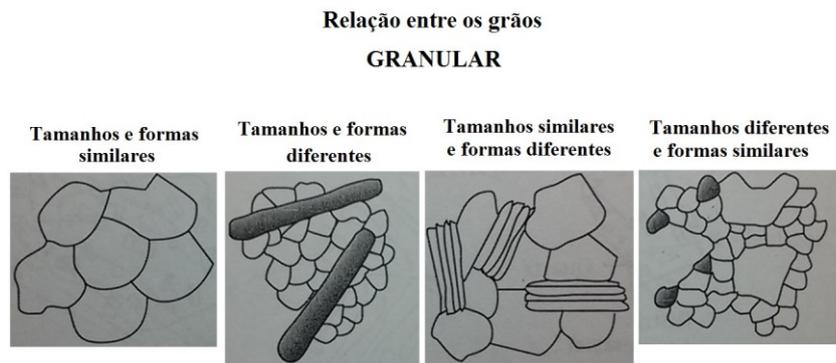
Fonte: BEST, 2002.

### 2.1.2.3. CLASSIFICAÇÃO POR FORMA E CONTATO ENTRE GRÃOS

Wernick (2004) define textura como um termo que faz referência a disposição espacial dos minerais que compõem uma rocha. Segundo Hibbard (1999), textura tem relação com a forma dos grãos e o contato entre eles. Por fim, segundo Cross (1902), textura ainda abrange, além da interrelação entre os grãos em suas formas, seus tamanhos.

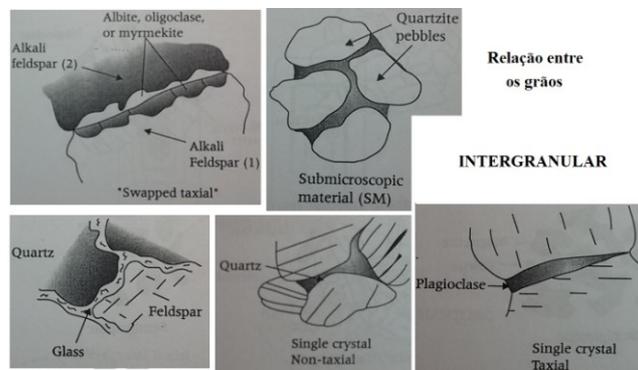
É chamada de Panidiomórfica Granular quando a maioria dos cristais são euédricos, Hipidiomórfica Granular quando a maioria são subédricos e Alotriomórfica Granular quando a maioria são anedrais. Textura Granular (Fig. 4) é a que apresenta contato entre os grãos, os quais estão dispostos lado a lado, com sua interface sendo planar, curvada, suturada ou recortada (scalloped). Já a textura Intergranular (Fig. 5) ocorre quando alguma quantidade (por menor que seja) de minerais formadores de rocha localizados entre os grãos maiores, que são confinados pelos grãos menores.

Figura 4. Relação entre os grãos na textura granular.



Fonte: HIBBARD, 1999.

Figura 5. Relação entre os grãos na textura intergranular.

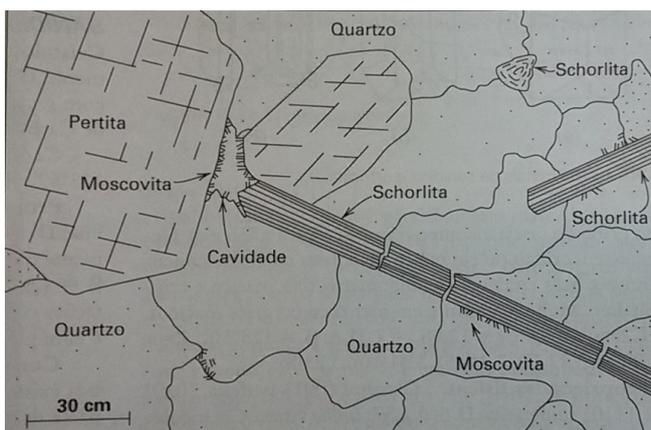


Fonte: HIBBARD, 1999.

Segundo Fossen (2017) a Textura Sintaxial em veios se refere a orientação preferencial de minerais, e existem duas possibilidades: a de minerais crescerem em direção ao centro, com uma forma radial, ou em linhas medianas, com cristais dispostos paralelamente entre si.

A textura pegmatóide é característica em pegmatitos, onde os grãos são de grossos a muito grossos (Fig. 6). Klein & Dutrow (2011) explanam que pode ocorrer dentro de veios, onde a mineralogia não é tão variada e os cristais são maiores, isso ocorre porque em veios o resfriamento se dá das bordas da intrusão para centro dela, então forma-se cristais menores próximos às bordas do veio e maiores em sentido ao centro (onde o resfriamento ocorre mais gradualmente e gera minerais maiores); e quando começa a ocorrer à cristalização é favorável que o crescimento continue, em detrimento de surgirem novos cristais, então esse fluido remanescente gera cristais maiores com menos diferenciação.

Figura 6. Relação entre os grãos na textura pegmatóide



Fonte: KLEIN & DUTROW, 2011.

Pegmatitos são rochas baseadas em associações de campo. Gillespie & Styles (1999) explicam que rochas descritas tradicionalmente como "pegmatito" ou com o sufixo "-pegmatítico" ocupam uma área de intersecção entre o conjunto de rochas de veios e minérios (que são o produto de processos hidrotermais) e o conjunto de rochas ígneas (que, obviamente, são o produto de processos ígneos). Como são rochas associadas espacial e geneticamente com rochas ígneas, a classificação deve ser feita com base em associações de campo.

Os autores da SBG recomendam usar o termo pegmatítico como qualificador de rochas com cristais de tamanho de grão muito grossos, esse termo deve ser escrito após o nome raiz da rocha. Gillespie & Styles (1999) ainda afirmam que:

*“O termo pegmatítico pode ser usado em um nome de rocha apenas como um termo qualificador em conjunto com um nome de raiz (ou um nome aprovado menos bem definido) e apenas para descrever uma fácies de grão relativamente mais grosseiras desenvolvidas em uma massa rochosa relativamente mais fina. Assim, o nome gabro pegmatítico denota uma rocha de granulação grossa de composição gabroica contendo áreas que são marcadamente grosseiras e de essencialmente a mesma composição, enquanto sienogranito pegmatítico se refere à rocha de granulação grossa de composição sienogranito contendo áreas que são marcadamente grosseiras e de essencialmente a mesma composição. Deve-se enfatizar que muitas composições de rochas ígneas podem desenvolver fácies pegmatíticas, e que os termos pegmatito e pegmatítico não implicam uma composição granítica.”*

## 2.2. NOMENCLATURA DE ROCHAS ÍGNEAS CRISTALINAS

A IUGS e a BGS recomendam a padronização do esquema de nomenclatura das rochas, com o objetivo de tornar os nomes de rochas mais específicos, criaram uma nomenclatura baseada em termos qualificadores e nome-raiz, de modo a trazer informações sobre a rocha no próprio nome dela, de maneira sistemática.

Nomes-raiz são termos aprovados pela IUGS baseados em minerais essenciais, que dão

nome às rochas. Um exemplo é o Diagrama QAP, em que está implícito teores de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio nas rochas. Portanto, são nome-raiz: alcalifeldspato granito, sienogranito, monzogranito, granodiorito e monzonito.

Termos qualificadores se enquadram como: (i) nomes de minerais; (ii) termos texturais; (iii) indicadores de cor; (iv) termos químicos; (v) termos genéticos; (vi) termos tectônicos. Para manter essa classificação relativamente simples e essencialmente descritiva (ou seja, não-genética), Gillespie & Styles (1999) reforçam que termos qualificadores sejam utilizados sejam restritos a nomes de minerais, termos textuais e indicadores de cor.

Seguem as diretrizes gerais para o uso de qualificadores de rochas cristalinas ígneas segundo Gillespie & Styles (1999): (i) devem ser usados termos qualificadores apenas quando estiverem contribuindo com informações de valor para o nome da rocha, ou seja, quando houver um mineral presente que não esteja implícito ao nome da rocha em questão ou associado a ela; (ii) o número de termos qualificadores deve ser reduzido, caso contrário o nome da rocha se tornará muito extenso; (iii) os termos qualificadores devem ser vinculados por hífens, mas hífens não devem ser usados para vincular qualificadores com um nome raiz (por exemplo, muscovita sienogranito com turmalina-epidoto).

Para evitar confusão entre os termos qualificadores e os que representam o nome raiz, as seguintes regras devem ser seguidas: (i) nomes que consistem em mais de uma palavra devem ser hifenizados, (ii) hífens não devem ser usados entre qualificadores e nomes de raiz e (iii) hífens devem ser usados para ligar dois ou mais qualificadores aplicados a um nome de rocha (por exemplo, muscovita alcalifeldspato-granito com turmalina-epidoto).

E, por fim, as diretrizes seguem: (i) nomes das raízes devem estar em **negrito e sublinhado**; (ii) termos qualificadores em *itálico*.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. ETAPA PRÉ-CAMPO

Dividida em três etapas, pesquisa bibliográfica para o Referencial Teórico, escrita e esquematização do Referencial Teórico e geração de mapas base para o campo. A pesquisa bibliográfica foi feita referente à região da área de estudo, localizada no costão nordeste da cidade de Itapema, revisando, assim, as publicações sobre o Complexo Metamórfico Brusque (CMB), atentando para as injeções graníticas; e também a leitura do livro feito pelo centro de Pesquisa Geológica Britânica, *Esquema de Classificação de Rochas – Volume 1: Classificação de rochas ígneas*, de Gillespie & Styles (1999). Isso foi feito com software Microsoft Word e com auxílio das bibliografias em formato PDF. Com base nessas pesquisas foram esquematizadas de tabelas resumindo os diferentes aspectos que são levantados em campo e mesmo em laboratório. Essas tabelas descritivas seguiram o modelo proposto por Gillespie & Styles (1999) em “*Esquema de Classificação de Rochas - Classificação de rochas ígneas*”. Isso foi feito com o software Excel.

Ainda na etapa pré-campo foram gerados diversos mapas base para o campo com o Software Q-Gis Las Palmas: Um deles foi o mapa geral da área de estudo, com escala 1:7500 impresso numa folha tamanho A3; outro mapa foi o de detalhe da Praia Ponta Grossa, com escala 1:2500, impresso em folha tamanho A4; e por fim o último mapa de detalhe foi o da Praia Ponta da Ilhota, com escala 1:700, também impresso em folha tamanho A4. Todos esses mapas tiveram também suas versões correspondentes sem o Google Satellite ao fundo, para melhor visualização das vias de acesso e para poder fazer croquis durante o campo nas áreas correspondentes ao mapa, o datum utilizado foi o WGS-84. O mapa geológico no presente trabalho foi adaptado de Philipp & Campos (2010) com auxílio do software Adobe Illustrator.

#### 3.2. ETAPA DE CAMPO

A saída de campo ocorreu em um 3 dias (4 de maio, 25 de maio e 9 de junho), para investigação pontual de 7 afloramentos (pontos B1 a B7), nos quais foram caracterizadas texturas, mineralogia, e também atitudes do bandamento magmático em escala meso a microestrutural, dados foram coletados com auxílio da bússola Clar, portanto usou-se a notação do tipo Trama. No referido campo foram coletadas as amostras para a posterior confecção das lâminas petrográficas.

Nos referidos dias de campo também foi realizada a compilação da caderneta de campo, escolha e edição das fotos mais didáticas para melhor representar as amostras analisadas na etapa de laboratório, confecção de tabela com dados estruturais (Tabela em anexo), plotagem no mapa de

localização dos pontos amostrados em campo. Confeção de Esterogramas do tipo pólos de planos com base nos dados estruturais das tabelas citadas para fins de caracterização geológica das injeções graníticas.

### 3.3. ETAPA DE LABORATÓRIO

Com as lâminas petrográficas dos granitos peraluminosos, também chamados de leucogranitos, e suas encaixantes, foram: (i) identificados os minerais; (ii) estimadas as composições mineralógicas, a Análise Modal (por meio da contagem de pontos a cada 0,5mm) foi feita em duas escalas para amostras com grãos maiores que 3cm e para as de tamanho de grão menor foi feita em apenas uma escala; (iii) medidos os tamanhos de grão, o que foi feito com auxílio do do retículo para amostras com grãos até 3cm e com régua para grãos maiores, ou seja, também em duas escalas; (iv) analisada a forma dos cristais; (v) analisada a presença ou ausência de faces cristalinas; (vi) observada a presença de minerais de alteração hidrotermal (seritização e cloritização) e de alteração intempérica (oxidação e argilização); (vii) observada a presença de minerais; (viii) analisada a presença de minerais acessório, seus tamanhos, formas, etc.; tudo isso foi esquematizado em planilhas no Software Excel.

Com o resultado da análise modal foi feito o diagrama QAP (STRECKEISEN, 1976), o qual serviu para determinar o nome raiz das rochas. Para amostras com cristais maiores que 3cm a proporção modal entre os minerais foi recalculada, a análise em escala microscópica teve seu valor multiplicado pelo fator de correção.

Em amostras compostas por pórfiros (B2C e B5B) fazer a análise apenas das respectivas lâminas delgadas não representaria de maneira adequada a textura das amostras, isso pela própria limitação da área da lâmina delgada que possui uma área aproximada de 7,32cm<sup>2</sup> (lâminas feitas na USP) a menos de 4cm<sup>2</sup> (lâminas feitas na UFSC); então, a análise modal para as amostras com cristais maiores que 3cm foi realizada duas vezes, uma em escala macroscópica e outra microscópica. A segunda análise da proporção modal, para amostras com cristais maiores que 3cm, foi feita com auxílio de fotografias, nas quais foi colocada uma grade sobre as imagens e contados os pontos (os vértices da grade), as medidas foram feitas com auxílio de régua. Para essas amostras foi calculado um fator de correção, para ajustar os dados medidos em diferentes escalas, com isso foi possível correlacionar as duas análises mantendo a proporção entre a área de análise e do tamanho de grãos.

#### 3.3.1. Cálculo para mesclar medidas em escalas diferentes

Nas duas amostras com tamanhos de grão muito grossos, de textura pegmatítica, as medidas de tamanho de grão coletadas em lâmina petrográfica e em amostra de mão foram mescladas. Para tal

foi calculado um fator de correção, a dedução desse cálculo segue abaixo:

A área macroscópica analisada na amostra B2C foi de 252mm<sup>2</sup>, onde há 84% de cristais maiores que 0,8cm e 16% de cristais menores, o que totaliza 100%. Mas não faria sentido se a análise da lâmina delgada também totalizasse 100%, tendo em vista que os cristais menores estão contidos dentro da área vista macroscopicamente. Então, para a porcentagem obtida com a análise da lâmina delgada satisfazer a mesma proporção da análise macroscópica, os 100% da análise da lâmina devem corresponder aos 16% referentes aos cristais menores que 0,8cm.

Assim sendo, foi realizado o recálculo com a fórmula que segue: (% do mineral da lâmina em relação à amostra macroscópica) =  $\{[(n^\circ \text{ de pontos do cristal X da lâmina})/(\text{total de cristais da lâmina})] * (16/100)\}$ . A “% do mineral da lâmina em relação à amostra macroscópica” é o próprio valor recalculado do cristal X, onde X representa cada um dos oito cristais encontrados na lâmina delgada da amostra B2C (pertita, quartzo, plagioclásio, apatita, epidoto, turmalina, muscovita e microclínio), os quais são chamados de X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, ... e X<sub>8</sub> no recálculo.

A área macroscópica analisada na amostra B5B foi de 19,25cm<sup>2</sup>, onde há 85% de cristais maiores que 0,8cm e 15% de cristais menores, o que totaliza 100%. Mas, como os 100% da análise da lâmina devem corresponder aos 15% de área de análise, então foi realizado o recálculo tal que: (% do mineral da lâmina em relação à amostra macroscópica) =  $\{[(n^\circ \text{ de pontos do cristal X da lâmina})/(\text{total de cristais da lâmina})] * (15/100)\}$ . A “% do mineral da lâmina em relação à amostra macroscópica” é o próprio valor recalculado do cristal X<sub>B5B</sub>, onde X representa cada um dos nove cristais encontrados na lâmina delgada da amostra B5B (quartzo, microclínio, plagioclásio, pertita, muscovita, biotita, epidoto, apatita e clorita), os quais são chamados de X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, ... e X<sub>9</sub> no recálculo.

### 3.4. ETAPA DOS RESULTADOS

A nomenclatura das rochas foi feita com a base em três critérios de classificação, por mineralogia, homogeneidade granulométrica e tamanho de grão: (i) baseado em teores minerais essenciais, varietais e acessório, o método serviu para identificar os nomes raiz e os termos qualificadores ligados a mineralogia; (ii) baseado em histogramas de frequência e nos parâmetros propostos por Gillespie & Styles (1999), o método contribuiu para identificar o tamanho de grão das rochas, o que variou entre fino, médio, grosso ou muito grosso; (iii) baseado em polígonos de frequência, o método serviu para classificar quais rochas são equigranulares, inequigranulares seriadas ou inequigranulares porfíricas.

Com a análise modal dos minerais identificou-se o nome raiz das rochas, que diz respeito aos minerais essenciais (diagrama QAP), e os termos qualificadores, os quais dizem respeito aos demais minerais que compõem a rocha, chamados de minerais varietais e acessórios, de forma que: os nomes

dos minerais varietais (minerais não-essenciais com teores entre 5 e 20%) ficaram antes do nome raiz da rocha; e os nomes dos minerais acessório (minerais não-essenciais com teores iguais ou menores que 5%) ficaram depois do nome raiz.

Os histogramas de frequência, usados para identificar tanto a homogeneidade granulométrica quanto o tamanho de grão das rochas, foram gerados no Software Excel com as medidas de tamanho de grão, o eixo Y é referente a frequência (número de pontos contados) e o eixo X é referente aos tamanhos de grão. As escalas variaram, foram medidas no microscópio, com auxílio do retículo graduado, e em amostras de mão, com auxílio de fotografias e régua, e foram todas convertidas para milímetros.

Para classificar com base em granulometria, valores de referência para tamanho de grão, que permitem classificar as rochas entre finas, médias, grossas e muito grossas, foram sobrepostos aos histogramas de frequência. A sobreposição dos dados foi feita com auxílio do Software Adobe Illustrator. Foram sobrepostos os valores de referência com propostos por Gillespie & Styles (1999), e também com base na IUGS, para possibilitar a comparação entre classificações com ambos os parâmetros.

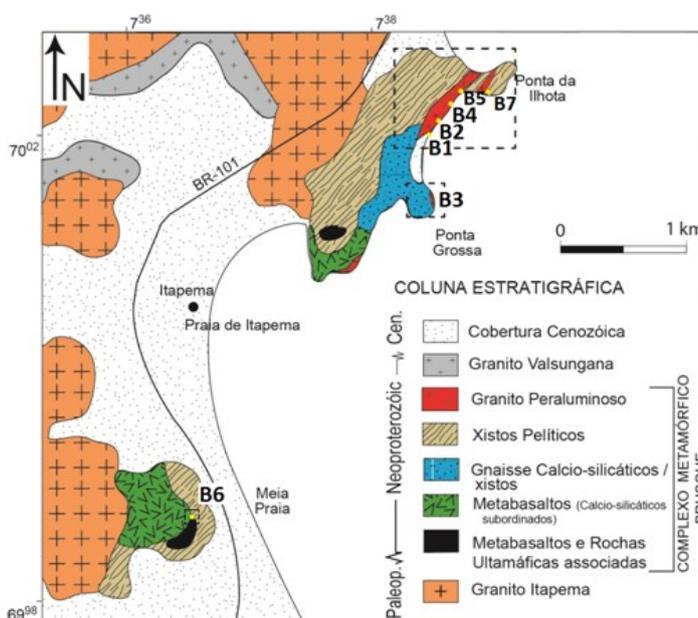
Os polígonos de frequência, usados para identificar a homogeneidade granulométrica das rochas, foram feitos com base nos histogramas de frequência com auxílio do Software Adobe Illustrator. Primeiramente foram traçados os polígonos unindo o pico das colunas dos histogramas, depois todos os histogramas foram ajustados para uma mesma escala no eixo X, por fim, excluiu-se os histogramas de forma que ficassem mais evidentes as curvas senoidais obtidas. Estas curvas foram interpretadas baseadas em Best (2002), que classifica as curvas unimodais como equigranulares ou inequigranulares seriadas, já as bimodais são inequigranulares são porfíricas faneríticas (a figura com modelo proposto por Best foi adaptada com auxílio do Software Adobe Illustrator).

## 4. ÁREA DE ESTUDO

### 4.1. LOCALIZAÇÃO

Os granitos peraluminosos estudados deste trabalho estão localizados (Fig. 8) na cidade de Itapema são intrusivos no Complexo Metamórfico Brusque (CMB), que constitui uma unidade do Terreno Tijucas localizada na porção oeste do Cinturão Dom Feliciano em SC (BASEI, 1985). Esse Complexo apresenta uma disposição alongada segundo a direção N45°E com aproximadamente 75km de extensão e 45km de largura, estando delimitado ao noroeste pela Zona de Transcorrência Itajaí-Perimbó e ao sudeste pela Zona de Cisalhamento Major Gercino (PHILIPP & CAMPOS, 2010).

Figura 7. Mapa geológico com localização dos pontos estudados



Fonte: Adaptado de PHILIPP & CAMPOS, 2010.

### 4.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

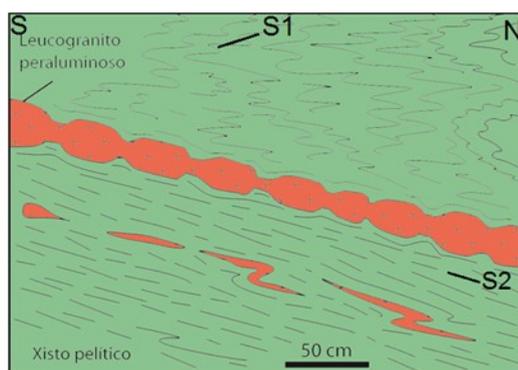
O CMB é composto por um espesso pacote de metassedimentos clásticos, dominado por filitos e xistos micáceos intercalados com semipelitos, quartzitos, mármore e rochas calci-silicáticas, além de ocorrências restritas de rochas metavulcânicas de composição máfica a ultramáfica e de granitos intrusivos (SANDER 1992; PHILIPP et al. 2004; CAMPOS 2007; CAMPOS & PHILIPP 2007). As delimitações das intrusões são rochas com estruturas de alta deformação dúctil, tanto a Transcorrência Itajaí-Perimbó e quanto a Zona de Cisalhamento Major Gercino (PHILIPP &

CAMPOS, 2010).

Os corpos graníticos intrusivos no CMB são chamados de granitos peraluminosos ou também de leucogranitos, uma classificação baseada em geoquímica e outra em coloração. O termo **peraluminoso** é referente a proporção modal entre os elementos químicos, é empregado onde os teores composicionais estão entre o padrão  $[Al_2O_3]_{mol} > [Na_2O]_{mol} + [K_2O]_{mol} + [CaO]_{mol}$ , e essa proporção é medida a partir do método de contagem em rocha total. Já **leucogranito** é apenas outra forma de chamar um granito, onde o prefixo “leuco-” significa que a amostra é anormalmente leucocrática, ou seja, seu índice de cor M está abaixo do intervalo esperado (GILL, 2010).

Os leucogranitos são intrusivos nas rochas metamórficas que possuem foliação de baixo ângulo. Pelo fato de serem concordantes com a D2, e sub-horizontais, acredita-se que os leucogranitos foram injetados ao longo da foliação S<sub>2</sub> das unidades metamórficas (Fig. 9). De acordo com Philipp & Campos (2010) os leucogranitos possuem composição monzogranítica, cor esbranquiçada a rosada e estrutura bandada, subordinadamente, maciça, foliada e milonítica. Sua mineralogia é dada por K-feldspato, plagioclásio e quartzo, teores subordinados de muscovita e turmalina, com biotita, granada, monazita, zircão, apatita e minerais opacos como acessórios. As texturas observadas na área são: equigranular-hipidiomórfica média, porfírica, equigranular média, equigranular grossa, milonítica, protomilonítica, pegmatítica, granofírica e micrográfica. O bandamento magmático é a principal estrutura e é originado pelo sucessivo preenchimento de fraturas por injeções graníticas. As composições presentes nos granitos são atribuídas às rochas formadas por fusão parcial de seqüências crustais de composição pelítica, a qual deixa um resíduo sólido granulítico. A idade de cristalização dos leucogranitos é de  $545 \pm 55$  Ma pela datação de monazita (TICKYJ *et al.* 2004).

Figura 8. Leucogranitos foram injetados ao longo da foliação S<sub>2</sub> e são sub-horizontais



Fonte: Philipp & Campos (2010).

Philipp & Campos (2010) sugerem que a geração do magmatismo granítico pode estar associada aos processos: (1) formação inicial do cinturão, vinculada a fase de subducção ativa; (2) espessamento do orógeno durante a colisão continental; (3) fase posterior, de relaxamento e soerguimento crustal. O magmatismo granítico peraluminoso pode ser formado pela fusão crustal em

porções profundas dos cinturões colisionais (WHITE, CHAPPELL 1977; WINKLER 1983; PATIÑO-DOUCE, JOHNSTON 1991; STEVENS *et al.* 1997; PATIÑO-DOUCE, MCCARTY 1998; BARBARIN 1996), estar relacionado com a descompressão adiabática associada com o período pós-colisional (LIÉGEOIS 1998; LIÉGEOIS *et al.* 1998), ou ainda estar relacionado ao fracionamento de magmas básicos ou intermediários (WILSON, 1989).

A partir da sistemática de Jung & Pfänder (2007), que diz respeito à correlação existente entre as temperaturas de fusão parcial dos diversos tipos de protólitos e os valores da razão  $Al_2O_3/TiO_2$ , Philipp & Campos (2010) indicam que as temperaturas prováveis de formação dos líquidos geradores dos granitos estudados estão entre 696° e 713°C e estão relacionadas com segunda fase de metamorfismo e deformação regional do CMB. Concordância entre a foliação magmática e a milonítica nestes corpos confirma o caráter sin- $D_2$  desta granitogênese e vincula os mesmos ao pico do metamorfismo colisional que afetou este complexo e formou a xistosidade  $S_2$ .

Ainda segundo Philipp & Campos (2010) a afinidade cálcico-alcálica alto-k, a elevada razão ETRL/Nb, e os padrões dispostos nos diagramas de Pearce *et al.* (1984) e Pearce (1996) são consistentes com um magmatismo gerado em um cinturão orogênico colisional. Os autores citados também mencionam que os padrões de ETR são homogêneos, sugerindo que as rochas analisadas são co-magmática e que os granitóides se posicionaram sob condições de pressão inferiores ou iguais a 3Kbars, e portanto, em um nível da crosta superior. Os valores de Sr (17-163 ppm) e de Zr (19-34ppm) são baixos, como esperados para magmas graníticos produzidos pela fusão parcial de rochas crustais em temperaturas relativamente baixas (WILSON 1989; PATIÑO-DOUCE; JOHNSTON 1991; PATIÑO-DOUCE 1998, 1999).

O CMB possui deformações dúcteis ( $D_1$  e  $D_2$ ) com origem por colisão oblíqua, cujas deformações possuem relação com as fácies xisto verde inferior a anfíbolito inferior e, portanto, temperaturas entre 350 a 550°C. Como os leucogranitos possuem temperatura de fusão em torno de 696° a 713°C (JUNG, PFÄNDER 2007), é descartada a possibilidade de que estes granitos tenham se formado a partir da fusão de rochas do Complexo Metamórfico Brusque. Assim sendo, existem duas possibilidades para gênese desses corpos intrusivos. Uma hipótese seria a gênese do magmatismo durante metamorfismo no Complexo Granulítico de Santa Catarina (CGSC), o qual possui rochas de idade paleoproterozóica. Outra hipótese seria a gênese do magmatismo no Complexo Camboriú (CC), cujas rochas possuem idade paleoproterozóica com retrabalhamento no período Brasileiro. Tendo em vista a proximidade entre as rochas do CC e os leucogranitos da cidade de Itapema, e a idade similar de retrabalhamento, há maior probabilidade de que o magmatismo gerador dos leucogranitos seja pelo metamorfismo no CC (PHILIPP & CAMPOS, 2010).

As rochas encaixantes dos granitos peraluminosos são constituídas, na região do costão norte de Itapema, por uma intercalação de lentes com espessura entre 3 a 5 metros de xistos máficos e cálcio-silicáticos. Na região de meia praia as encaixantes são constituídas xistos pelíticos com lentes

restritas de xistos ultramáficos.

No costão norte, mais especificamente sobre as encaixantes na praia Ponta do Engodo, os corpos de xistos máficos são tabulares e possuem espessura entre 5 e 10 metros, 100m de largura e 500m de extensão na direção N50°E, e ocorrem intercalados com xistos calci-silicáticos a nordeste e rochas pelíticas a norte, além dos corpos intrusivos estudados neste trabalho. As rochas máficas são compostas por anfibólio com presença subordinada de plagioclásio, e em menores proporções clorita, epidoto e minerais opacos. Também ocorre tremolita xistos de cor castanho-esverdeado na região, mas de forma subordinada (CAMPOS, 2011).

Já nas encaixantes localizadas em Meia Praia, os xistos máficos estão na direção N30°W de forma alongada, com aproximadamente 15 a 20m de espessura, 400m de largura e 600 de extensão. As rochas também ocorrem como corpo tabular, estão intercalados com cordierita-muscovita xistos e com tremolita xistos. Estas rochas máficas são muito semelhantes às da Ponta do Engodo, apresentam a mesma composição e xistosidade pronunciada; a diferença está no fato de possuírem lineação mineral de anfibólio. Já as rochas ultramáficas, caracterizadas como tremolita xistos de cor verde clara, tem 5m de espessura, 50m de largura e 150m de extensão (CAMPOS, 2011).

Já sobre os xistos calci-silicáticos, eles ocorrem nas porções norte das áreas de Itapema e Ponta do Engodo, são intercalados com metabasaltos e metassedimentos vulcanogênicos. Os xistos têm cor verde e exibem bandas composicionais com espessuras milimétricas (2 a 15 mm) e níveis regulares e contínuos ricos em diopsídio, pistacita, grossulária e zoisita e camadas félsicas compostas de plagioclásio, quartzo, microclínio e pistacito. A estrutura interna das camadas pode ser maciça ou foliada. A textura principal é poligonal para interlobada granoblástica, equigranular a desigual e médio (0,1-0,4 mm), caracterizada por agregados de diopsídio, plagioclásio e quartzo. Cristais prismáticos e alongados de epidoto, com 3 a 8 mm de tamanho, constituem a textura porfiroblástica (CAMPOS & PHILIPP, 2011).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. GEOLOGIA

Nos dias 4 e 25 de maio, e no dia 9 de junho de 2018 foram realizadas as saídas de campo para área de estudo deste TCC, no município de Itapema, onde foram descritos 7 pontos, localizados em Ponta Grossa, Ponta da Ilhota e Meia Praia (Morretes). Localização dos pontos e suas respectivas coordenadas seguem na Tabela 3 (datum utilizado foi WGS-84).

As injeções graníticas observadas em campo são concordantes com as encaixantes (gnaisse, quartzito e xisto), tem espessura variando entre 10 e 50cm e orientação SW-NE, são horizontais a subhorizontais. Esses corpos intrusivos tem textura equigranular fina a média, inequigranular fina a grossa e pegmatítica média a muito grossa. Possuem como minerais varietais muscovita e biotita, e como acessórios turmalina, muscovita, biotita e granada. Na maioria dos casos os cristais de turmalina estão localizados nas bordas das injeções e tem orientação preferencial concordante com a encaixante. Esses cristais são milimétricos e dispostos em níveis horizontais e subhorizontais, ou ainda centimétricos de textura sintaxial, que tem orientação paralela entre si ou estão dispostos radialmente. Cristais de biotita são centimétricos e estão em agregados que formam “book lets”. Cristais de muscovita e granada são milimétricos. Cristais de mineral opaco são pretos, possuem brilho metálico a submetálico e estão dispostos em níveis, não são magnéticos e apresentam iridescência roxa.

Tabela 3. Identificação dos pontos descritos em campo e suas respectivas coordenadas.

Identificação do ponto		Coordenadas (datum WGS84)		
Ponto	Localização	Longitude	Latitude	Altitude
B1	Entre Praia Grossa e Ponta da Ilhota	7 001 949 000 E	738 349 000 N	2m
B2	Entre Praia Grossa e Ponta da Ilhota	7 001 996 000 E	738 450 000 N	1m
B3	Praia Grossa	7 001 417 000 E	738 407 000 N	7m
B4	Entre Praia Grossa e Ponta da Ilhota	7 002 138 000 E	738 600 000 N	4m
B5	Entre Praia Grossa e Ponta da Ilhota	7 002 251 000 E	738 687 000 N	5m
B6	Meia Praia (Morretes)	7 367 728 000 E	699 751 000 N	49m
B7	Ponta da Ilhota	7 002 492 000 E	793 145 000 N	3m

#### 5.1.1. PONTO B1

Localizado entre Ponta Grossa e Ponta da Ilhota, o afloramento do tipo lagedo, em plano inclinado, tem direção SO-NE e dimensões 10m de comprimento por 2,5m de altura. O granitóide é fino a médio, muscovita, biotita e turmalina são acessórios, é equigranular e os tamanhos de grão variam entre 1 e 3mm, e apresenta bandamento desenvolvido por injeções subhorizontais de espessura centimétrica, as injeções são regulares e de textura mais grossa que a rocha hospedeira.

Uma é caracterizada por pouca variação mineralógica (apenas composta por feldspato e quartzo) onde os grãos de feldspato alcalino variam entre 4 e 7cm, são muito fraturados. Já a outra injeção tem uma diversidade mineralógica maior, similar ao granito hospedeiro, mas apresenta cristais de turmalina euedrais que apresentam textura sintaxial (são paralelos entre si). Há ocorrência de xenólitos de turmalinito e também são observados veios de quartzo subvertical descontínuos com direção SO-NE com espessura de 20cm.

Amostra coletada, B1A, é referente ao granitóide de textura equigranular.

### **5.1.2. PONTO B2**

Localizado entre Ponta Grossa e Ponta da Ilhota, o afloramento do tipo costão rochoso visto em perfil tem direção SO-NE e dimensões 2m de extensão por 2m de altura. A rocha descrita neste ponto é um bloco granítico com diferentes injeções (Fig. 9 e 10) que possui gnaisse como encaixante. As injeções são concordantes com o gnaisse encaixante, direção sub-horizontal, e possuem texturas diferentes (equigranular e inequigranular) intercaladas.

Há um granitóide equigranular que se repete entre as injeções e que apresenta níveis onde há cristais de turmalina sintaxiais (paralelos entre si) de 2mm até 5cm e que acompanham a orientação do bandamento gnáissico da encaixante, e porções com agregados de turmalina.

A injeção A, localizada no topo do afloramento, e é referente a um granitóide inequigranular fino a grosso. Possui cristais de quartzo de até 10cm, feldspato alcalino de 9cm, turmalina com cristais euédricos entre 3 e 4cm, e muscovita em agregados que formam booklets (livrinhos) de até 2cm. Cristais de turmalina se apresentam com textura sintaxial (paralelos entre si) e também em níveis de agregados milimétricos, estes chegam a 9cm. Turmalina, muscovita e granada são minerais acessórios (granada é muito rara), e ainda nesta banda há um xenólito de turmalinito.

A injeção B, que está localizada baixo da A e se intercala com injeções de granitóide equigranular, é caracterizada por granitóide equigranular fino a grosso. É composto por feldspato alcalino, quartzo, turmalina e granada, mas nesta banda há biotita em inclusões na granada e em quartzo, elas são menores que 1mm.

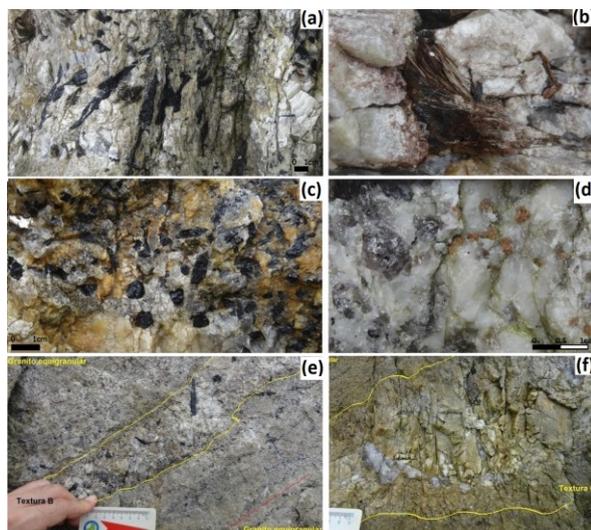
E abaixo destas intercalações há a injeção C, que é referente a um granitóide inequigranular com tamanho de grão muito grosso (textura pegmatítica). Possui tamanho de grão médio a muito grosso, em que cristais de feldspato alcalino chegam a 7cm. Cristais de turmalina, que é mineral acessório, possuem textura sintaxial (são paralelos entre si) e também se apresentam em níveis de agregados milimétricos.

Amostras coletadas são referentes a: B2A a injeção inequigranular de banda A, B2B ao xenólito de turmalinito da injeção A, B2C a injeção C e B2D a injeção B na porção mais inferior.

Figura 9. Visão geral do Ponto B2, estão marcadas as delimitações das injeções no corpo granítico, que são concordantes com a encaixante.



Figura 10. Em injeção A: (a) Cristais de turmalinas com textura sintaxial (cristais com orientação preferencial paralelos entre si) visto em corte lateral; (b) Muscovita disposta em agregados, chamados "booklets" ou "livrinhos"; (c) Cristais de turmalinas com textura sintaxial (cristais paralelos entre si) visto em corte basal; (d) Pequena quantidade de granada presente em porções isoladas e irregulares. Vista de parte do corpo granítico: (e) alternância entre granito equigranular e injeção B; (f) alternância entre granito equigranular e injeção C.



### 5.1.3. PONTO B3

Localizado na praia de Ponta Grossa, o afloramento do tipo costão rochoso tem direção O-L e dimensões 6m de comprimento por 1,5m de altura. O afloramento é um corpo granítico com 1,5m de altura que apresenta diferentes bandas dispostas horizontalmente de forma concordante com a rocha encaixante (Fig. 11). A base é composta por um turmalinito e sobre ele há 3 injeções. A injeção C é caracterizada por granitóide equigranular fino com enclaves ricos em turmalina, estes cristais estão

desorientados. As outras duas injeções (A e B) são referentes a granitóide equigranular médio com turmalina e muscovita como acessório, e ambas apresentam cristais de turmalina em níveis concordantes com a orientação da encaixante. Na injeção B a turmalina está disposta em níveis com espessura de de 3 a 4cm, e na banda A os níveis com agregados milimétricos de turmalina chegam a 20cm.

Mais ao sul foi encontrada uma intrusão com 16m de largura variando entre 10 e 60cm (Fig.12), a qual é subconcordante com o bandamento gnáissico da encaixante. Injeção tem composição é pouco variada, quartzo, feldspato e turmalina e muscovita, a textura é pegmatóide. Cristais de quartzo possuem até 10cm e são subédricos, feldspato alcalino chega a 5cm, também subédricos, mas fraturados, a as turmalinas são euédricas com tamanho entre 3mm e 6cm. Cristais de turmalina apresentam textura sintaxial (dispostos paralelamente entre si) em níveis concordantes com a encaixante, agregados de muscovita ocorrem em locais pontuais, com cerca de 2cm, e há veios de quartzo com formas irregulares (que lembram dobras parasitas).

Amostras coletadas neste ponto, B3A, B3B e B3C, são referentes as injeções A, B e C, respectivamente.

Figura 11. Visão geral do afloramento do Ponto B3, estão marcadas as delimitações entre as injeções, que estão concordantes com a encaixante.

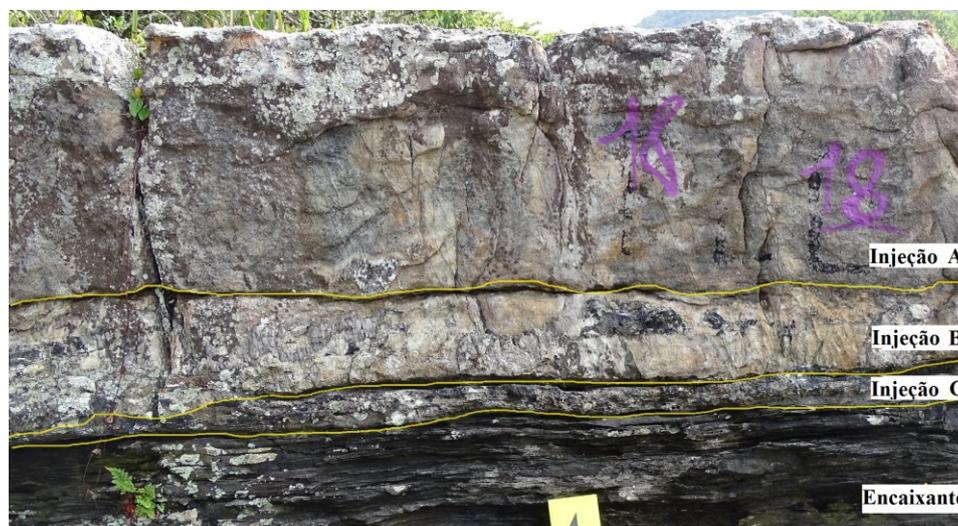


Figura 12. (a) Visão geral da injeção granítica mais ao sul, corpo intrusivo, concordante com a rocha encaixante, possui aproximadamente 16m de comprimento, (b) Detalhe da injeção granítica, que possui cristais de turmalina com textura sintaxial (em níveis com orientação preferencial concordante com a encaixante).



#### 5.1.4. PONTO B4

Entre Ponta Grossa e Ponta da Ilhota, afloramento do tipo matacão (não é in situ) tem dimensões 2m de comprimento por 1,5 de altura (Fig.13). O bloco de granitóide encontrado neste ponto é semelhante a textura A do ponto anterior, equigranular médio, contém turmalinas de tamanho milimétrico a centimétrico dispostas em níveis e com porções de cristais paralelos entre si; a diferença neste ponto é que o contato com a encaixante é abrupto (atitude do contato é 320/25).

Uma amostra foi coletada, B4A, referente ao granitóide.

Figura 13. Contato abrupto com embasamento em bloco de granito movimentado (não está in situ).



#### 5.1.5. PONTO B5

Entre Ponta Grossa e Ponta da Ilhota o afloramento do tipo lagedo em costão rochoso tem dimensões 9m de comprimento por 4m de altura (Fig. 14) e direção S-N. Predominam rochas metamórficas, a base é a encaixante (gnaisse), e sobre ele há uma banda de quartzito, novamente o gnaisse, uma injeção granítica de textura pegmatóide e novamente gnaisse, mais ao norte há um dique granítico. Tanto a injeção quanto a banda de quartzito são concordantes com o bandamento gnáissico da encaixante. A injeção tem largura variando entre 30cm e 1m e a injeção é cortada por um veio similar ao do ponto B3, de composição pouco variada. A injeção é granítica com textura pegmatóide, tem pouca variação composicional, apenas feldspato e quartzo. O dique também possui textura pegmatóide e tem atitude 070/90.

Amostras coletadas são referentes ao quartzito, B5A, e a injeção granítica de textura pegmatóide, B5B.

Figura 14. Panorama geral do ponto B5, marcado a identificação das rochas



#### 5.1.6. PONTO B6

Em Meia Praia, localizado no bairro Morretes, o afloramento do tipo costão rochoso tem sentido S-N, e suas dimensões não foram aferidas por ser uma área encoberta. O granitóide equigranular médio tem como minerais acessório turmalina e biotita. Grãos milimétricos de muscovita tem orientação preferencial subconcordante com o plano de xistosidade da encaixante, xisto-pelítico (Fig. 15).

Amostra coletada foi a B6A.

Figura 15. Rocha encontrada no Ponto B6, traçado em amarelo está marcada a orientação preferencial de grãos de biotita, que estão subconcordantes com o plano de xistosidade da rocha encaixante (marcado em laranja).



### 5.1.7. PONTO B7

Na Ponta da Ilhota o afloramento do tipo costão rochoso tem sentido SO-NE e dimensões 9m de extensão por 6m de altura (Fig. 16). O afloramento é caracterizado por uma sucessão com gnaisse encaixante na base, sobreposto por injeções graníticas que estão sotapostas por dois corpos, um corpo máfico (gnaisse?) e um granítico.

O corpo granítico (Fig. 17) tem textura pegmatóide, grãos de feldspato alcalino são muito fraturados e possuem tamanhos variando entre 4 e 8cm, grãos de quartzo tem cerca de 3cm, agregados de muscovita formam *book lets* de 2cm e ocorrem em locais isolados, turmalinas ocorrem como agregados e também com textura sintaxial (orientadas tanto paralelamente entre si quanto de maneira radial), seus grãos são milimétricos nos agregados e tem variam entre 1 e 7cm quando apresentam textura sintaxial. Resumidamente, esse corpo granítico possui as mesmas características texturais dos pontos anteriores, mas elas estão em porções disseminadas de forma descontínua, irregular e discordante (não seguem a orientação do bandamento gnáissico da rocha encaixante).

O corpo máfico que está sobre a injeção granítica apresenta disposição estrutural diferente do bandamento gnáissico da encaixante, foram coletadas poucas medidas, mas aparenta se tratar de uma dobra horizontal simétrica e suave.

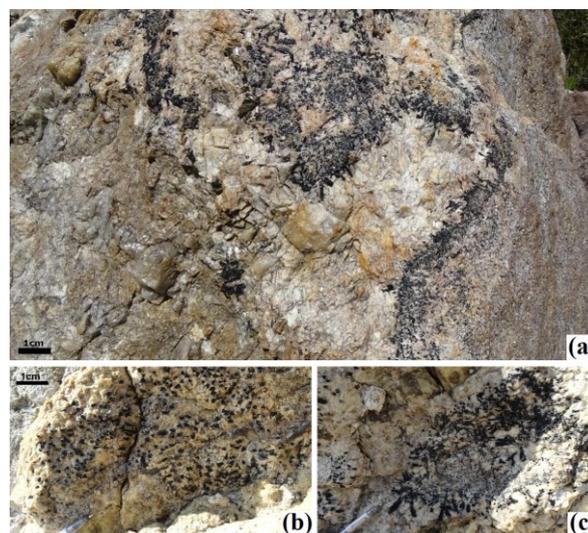
A injeção granítica do topo é caracterizada por um granitóide equigranular fino que contém biotita e turmalina como minerais acessórios. Injeções graníticas mais inferiores não puderam ser observadas em detalhe por conta da maré alta; desta forma, não foram tiradas medidas estruturais das injeções graníticas próximas à base, bem como da rocha encaixante. Contudo, há uma relação de concordância bem evidente entre às injeções graníticas e o bandamento gnáissico da rocha encaixante.

Não foram retiradas amostras neste ponto.

Figura 16. Visão geral do ponto B7, no topo corpo granítico é discordante em relação ao bandamento gnáissico da encaixante, já na base as injeções graníticas são concordantes.



Figura 17. (a) Corpo granítico mistura texturas vistas nos outros pontos de forma disseminada discordantemente em relação a encaixante, (b) detalhe em parte do corpo granítico onde cristais de turmalina com textura syntaxial tem orientação preferencial paralela entre si, corte basal, (c) detalhe outra parte, onde cristais de turmalinas com textura syntaxial tem orientação preferencial radial.



## 5.2. DADOS ESTRUTURAIS: ESTEREOGRAMAS

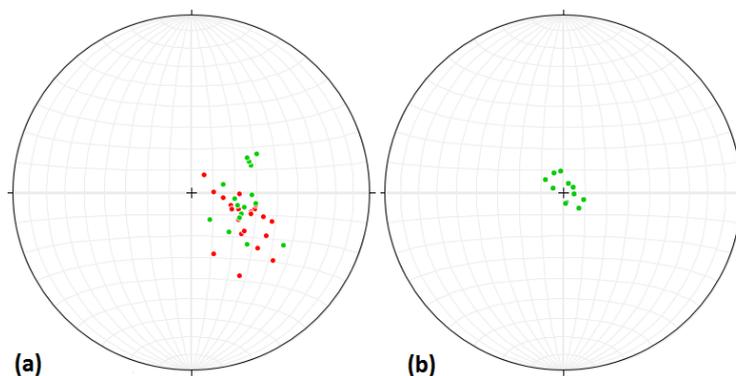
Atitudes coletadas em campo auxiliaram a entender o comportamento das injeções graníticas em relação às suas rochas encaixantes, nos pontos B1 a B5 e no ponto B7 as encaixantes são gnaisses, já no ponto B6 é um xisto-pelítico. Tabela presente em anexo contém as medidas estruturais de injeções graníticas, bandamento gnáissico, xistosidade e foliação granítica, dados estão organizados por ponto e por estrutura.

Estereogramas do tipo pólos de planos (Fig. 18) estão representando injeções graníticas e bandamento gnáissico. Medidas estruturais das injeções graníticas estão representadas na cor vermelho, e medidas do bandamento gnáissico estão representadas na cor verde. Pode-se observar que as estruturas estão concordantes a subconcordantes entre si, são estruturas subhorizontais, de baixo ângulo.

O primeiro estereograma (Fig. 18.a) contém medidas de injeção granítica dos pontos B1 a B3, e de bandamento gnáissico dos pontos B2, B3, B4 e B7. As injeções graníticas tem sentido de mergulho NW e ângulo de mergulho baixo a médio, e o bandamento gnáissico tem sentido de mergulho NW, preferencialmente, e SW alguns casos, e ângulo de mergulho baixo a médio. Como as injeções graníticas e o bandamento gnáissico também não variaram muito em direção, pode-se concluir que as injeções graníticas estão concordantes a subconcordantes com o bandamento gnáissico da encaixante.

O segundo estereograma (Fig. 18.b) contém medidas de bandamento gnáissico do ponto B7, onde as medidas são referentes referentes ao gnaisse que sobrepõe as injeções graníticas. O bandamento gnáissico tem sentido de mergulho NW e SE, e baixo ângulo de mergulho.

Figura 18. Estereogramas do tipo pólos de planos representando as injeções graníticas, em vermelho, e o bandamento gnáissico, em verde; (a) referente aos pontos B1 a B6, (b) referente ao ponto B7.



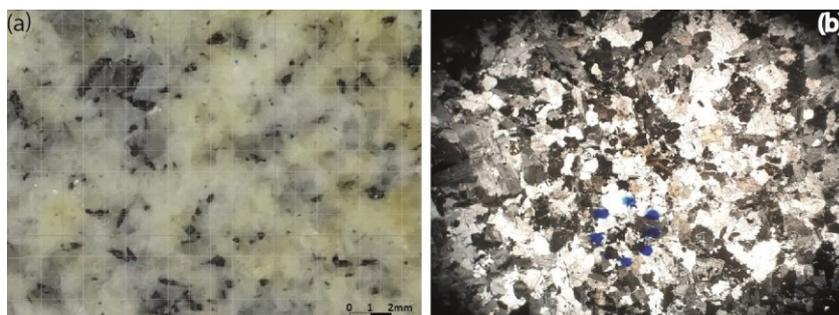
## 5.3. PETROGRAFIA

### 5.3.1. Descrição das amostras

#### 5.3.1.1. B1A

Sienogranito possui textura hipidiomórfica granular e intergranular, equigranular, e tamanho de grão variando entre fino e médio (Fig. 19). É composto por quartzo, microclínio, plagioclásio, pertita, turmalina e muscovita. Quartzo corresponde a 37% da amostra, microclínio a 36%, plagioclásio a 12%, pertita a 7%, turmalina a 4% e muscovita a 0,7%. Grãos de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,0025 e 1,8mm, majoritariamente são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada a serrilhada (predominantemente interlobada), e há poucos grãos anédricos de forma granular; microclínio possui tamanho de grão entre 0,2 e 1,4mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,1 e 2mm, é anédrico a subédrico e tem forma tabular, alguns grãos estão seritizados; pertita possui tamanho de grão entre 0,3 e 1,1mm, é anédrica a subédrica e tem forma granular; turmalina possui tamanho de grão entre 0,1 e 0,6mm, é anédrica a euédrica e tem forma prismática; muscovita possui tamanho de grão entre 0,008 e 0,4mm, é anédrica e tem forma lamelar.

Figura 19. Amostra B1A, sienogranito equigranular fino a médio, possui turmalina e muscovita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.

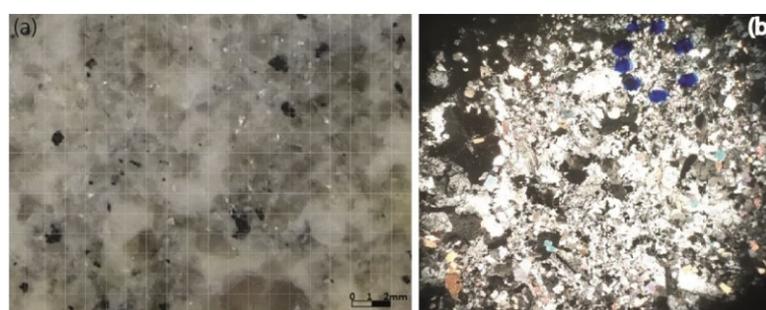


#### 5.3.1.2. B2A

Monzogranito possui textura hipidiomórfica granular e intergranular, inequigranular, e tamanho de grão variando entre fino e grosso (Fig. 20). É composto por quartzo, microclínio, pertita, plagioclásio, muscovita, turmalina e mineral opaco. Quartzo corresponde a 46% da amostra, microclínio a 20%, plagioclásio a 20%, muscovita a 13%, turmalina a 0,6%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,01 e 1,8mm, majoritariamente são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada, e há poucos grãos anédricos de forma granular;

microclínio possui tamanho de grão entre 0,25 e 1,5mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular, pertita possui tamanho de grão entre 0,25 e 4mm, é anédrica a subédrica e tem forma granular e tabular, plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,225 e 1mm, é anédrico a euédrico e tem forma granular e tabular; muscovita possui tamanho de grão entre 0,1 e 0,465mm, é anédrica a subédrica e tem forma lamelar, turmalina possui tamanho de grão entre 0,125 e 1,1mm, é subédrica e tem forma prismática; mineral opaco possui tamanho de grão entre 0,075 e 0,45mm. Há seritização em cristais microclínio, pertita, plagioclásio e muscovita, sendo predominantemente moderada nos três primeiros e alta na muscovita. Há deformação de baixo grau em cristais de plagioclásio.

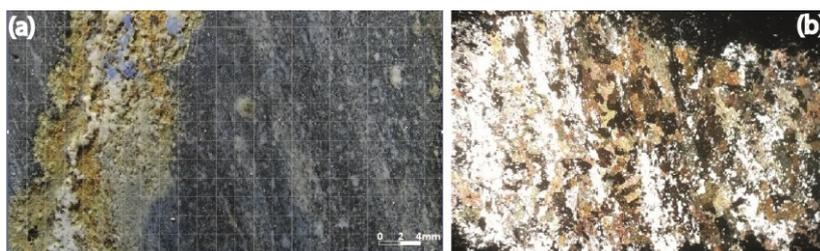
Figura 20. Amostra B2A, monzogranito inequigranular fino a grosso, possui muscovita como mineral varietal e turmalina como acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



### 5.3.1.3. B2B

Turmalinito é composto por turmalina, quartzo, apatita, epidoto, esfeno, minerais opacos e zircão (Fig. 21). Turmalina corresponde a 50% da amostra, quartzo a 20%, apatita a 16%, epidoto a 11%, opacos a 1%, esfeno a 0,6% da amostra, assim como zircão. Cristais turmalina possuem tamanho de grão entre 0,075 e 3mm, é anédrica a subédrica e tem forma prismática; grãos de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,025 e 0,7mm, são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e de forma interlobada a serrilhada (predominantemente interlobada); apatita possui tamanho de grão entre 0,02 e 0,6mm, é subédrica a euédrica (majoritariamente euédrica) e forma prismática; epidoto possui tamanho de grão entre 0,01 e 0,1mm, é anédrico a euédrico (predomina grãos anédricos) e tem forma prismática, cristais de epidoto estão inclusos em turmalinas; opacos possuem tamanho de grão entre 0,05 e 0,45mm; esfeno possui tamanho de grão 0,05mm, é anédrico a subédrico e tem forma prismática, encontra-se incluso em cristais de turmalina; zircão possui tamanho de grão entre 0,015 e 0,01mm, é anédrico e tem forma prismática.

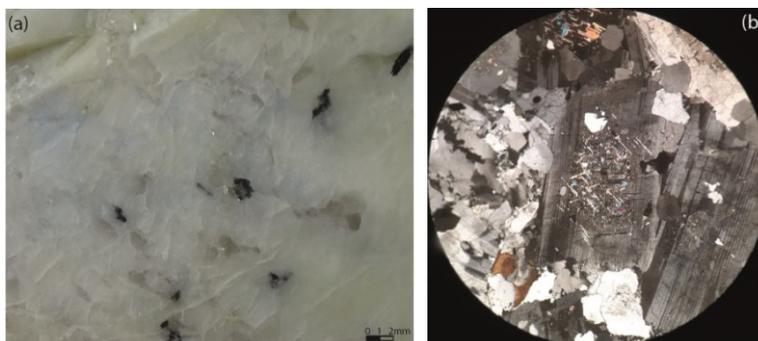
Figura 21. Amostra B2B, turmalinito, rocha encaixante, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



#### 5.3.1.4. B2C

Sienogranito possui textura pegmatóide, inequigranular, e tamanho de grão variando entre médio e muito grosso (Fig. 22). É composto por pertita, quartzo, plagioclásio, biotita, turmalina, apatita, epidoto e microclínio. Pertita corresponde a 64% da amostra, quartzo a 23%, plagioclásio a 7%, biotita a 4%, turmalina a 1%, apatita a 0,67%, epidoto a 0,22% e microclínio a 0,11%. Cristais de pertita possuem tamanho de grão entre 0,8mm e 11cm, é anédrico e tem forma granular; quartzo possui tamanho de grão entre 0,02 e 8cm, são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada a poligonal (predominantemente serrilhada); plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,1 e 7mm, é anédrico a euédrico (predominam grãos subédricos) e tem forma tabular, e plagioclásio está presente também na pertita lamelar; biotita possui tamanho de grão entre 0,1 e 3,13cm, é anédrica a subédrica e tem forma lamelar; turmalina possui tamanho de grão entre 0,0035 e 1,5cm, é anédrica a subédrica e tem forma prismática; apatita possui tamanho de grão entre 0,6 e 2mm, é anédrica a euédrica e tem forma prismática; epidoto possui tamanho de grão entre 0,01 e 0,15mm, é subédrico a euédrico (predominam grãos subédricos) e tem forma prismática; microclínio possui tamanho de grão igual a 0,8mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular. Há deformação leve em cristais de plagioclásio.

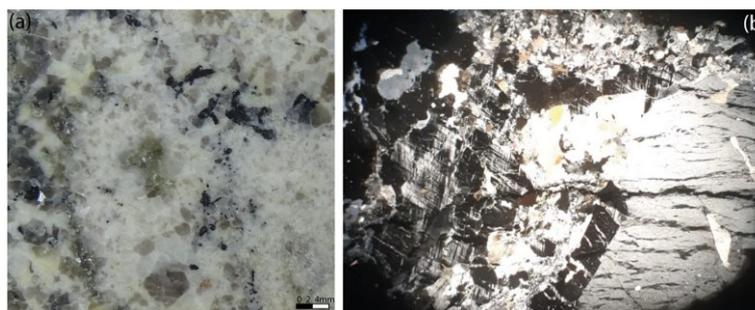
Figura 22. Amostra B2C, sienogranito de textura pegmatítica médio a muito grosso, possui biotita, turmalina, apatita e epidoto como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



### 5.3.1.5. B2D

Alcali feldspato granito possui textura hipidiomórfica granular e intergranular, inequigranular, e tamanho de grão entre fino e grosso (Fig. 23). É composto por quartzo, pertita, microclínio, plagioclásio, muscovita e turmalina. Quartzo corresponde a 36% da amostra, pertita a 29%, microclínio a 26%, plagioclásio a 5%, muscovita a 2% e turmalina também a 2%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,02 e 2,2mm, são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada a serrilhada (predominantemente serrilhada); pertita possui tamanho de grão entre 0,6 e 7mm, é anédrica e tem forma granular; microclínio possui tamanho de grão entre 0,3 e 1,6mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular e tabular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,075 e 0,6mm, é anédrico a subédrico e tem forma tabular; muscovita possui tamanho de grão entre 0,06 e 1,4mm, é anédrica a subédrica (predominantemente anédrica) e tem forma lamelar, cristais de muscovita tem grau de seritização alto; turmalina possui tamanho de grão entre 0,06 e 0,5mm, é anédrica a subédrica e tem forma prismática.

Figura 23. Amostra B2D, alcali feldspato granito inequigranular fino a grosso, possui turmalina e muscovita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.

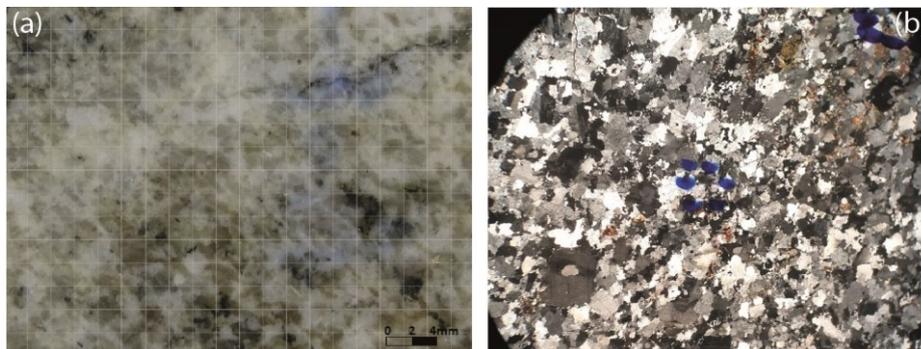


### 5.3.1.6. B3A

Sienogranito apresenta textura hipidiomórfica granular e intergranular, equigranular, e tamanho de grão variando entre fino e médio (Fig. 24). É composto por quartzo, microclínio, plagioclásio, biotita e mineral opaco. Quartzo corresponde a 42%, microclínio a 36%, plagioclásio a 19% e biotita a 3%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,05 e 2,2mm, há tanto grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada, quanto grãos anédricos de forma granular; microclínio possui tamanho de grão entre 0,05 e 2,2mm, é anédrico a subédrico (maior proporção é anédrico) e tem forma granular e tabular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,125 e 2mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular e tabular; biotita possui tamanho de grão entre 0,1 e 0,9mm, é subédrica e tem forma laminar; mineral opaco tem tamanho de grão de 0,6mm. Cristais de microclínio e de plagioclásio tem seritização em grau muito baixo a baixo.

Cloritização ocorre em grau moderado. Argilização é incipiente. Oxidação incipiente em cristais de biotita e irregular em fraturas em cristais de quartzo.

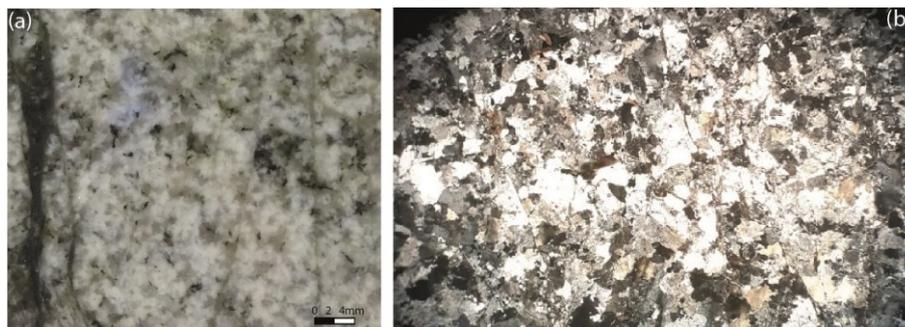
Figura 24. Amostra B3A, sienogranito equigranular fino a médio, possui biotita como mineral acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



#### 5.3.1.7. B3B

Sienogranito apresenta textura hipidiomórfica granular e intergranular, equigranular, e tamanho de grão variando entre fino e médio (Fig. 25). É composto por quartzo, pertita, microclínio, plagioclásio e biotita. Quartzo corresponde a 41% da amostra, pertita a 19%, microclínio a 19%, plagioclásio a 16% e biotita a 5,5%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,02 a 2mm, majoritariamente são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada a serrilhada, há também grãos anédricos de forma granular; pertita possui tamanho de grão entre 0,15 e 1,2mm, é anédrica e tem forma granular; microclínio possui tamanho de grão entre 0,2 e 2mm, é anédrico e de forma granular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,3 e 2mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular e tabular; biotita possui tamanho de grão entre 0,2 e 1mm, é anédrica a subédrica (predominantemente anédrica) e tem forma lamelar. Seritização em grau alto em microclínio e plagioclásio. Cloritização incipiente a moderada. Argilização intensa em cristais de microclínio. Oxidação irregular em fraturas.

Figura 25. Amostra B3B, sienogranito equigranular fino a médio, possui biotita como mineral varietal, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



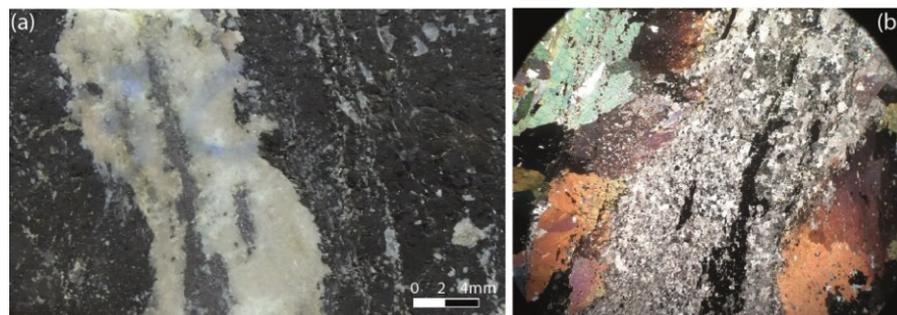
### 5.3.1.8. B3C

Corresponde a um contato, logo, há porções de rochas distintas na mesma amostra. Uma parte da lâmina é referente a um monzonito e outras duas partes são referentes a encaixante. Monzonito possui textura hipidiomórfica granular e intergranular, inequigranular, e tamanho de grão variando entre fino e grosso (Fig. 26). É composto feldspato e/ou plagioclásio, apatita, muscovita, quartzo, clorita e epidoto. Feldspato e/ou plagioclásio com altíssimo grau de seritização (de tal modo que não é possível identificar o cristal devido a alteração) corresponde a 65% da amostra, apatita a 19%, muscovita a 8%, quartzo a 3%, clorita a 2,5% e epidoto a mais 2,5%.

Nas porções da lâmina que são referêntes a rocha encaixante há uma parte composta por turmalina, minerais opacos, rutilo, apatita, epidoto e quartzo, e outra parte composta parte composta por apatita, epidoto, mineral(minerais) opaco(s), muscovita e clorita.

Cristais de turmalina possuem tamanho de grão entre 0,1 e 6mm, é anédrica a subédrica e tem forma prismática; cristais de plagioclásio, pertita e microclínio possuem tamanho de grão entre 0,1 e 1,8mm, são anédricos e tem forma granular; apatita possui tamanho de grão entre 0,1 e 0,34mm, é anédrica a subédrica e tem forma prismática; muscovita possui tamanho de grão entre 0,05 e 0,1mm, é anédrica a subédrica e tem forma lamelar; epidoto possui tamanho de grão entre 0,14 e 0,7mm, é subédrico e tem forma prismática; quartzo possui tamanho de grão entre 0,075 e 2mm, é anédrico e tem forma granular; rutilo tem 0,4mm, é anédrico a subédrico e tem forma acicular; muscovita possui tamanho de grão entre 0,05 e 0,1mm, é anédrica a subédrica e tem forma lamelar; clorita possui tamanho de grão 0,1mm, é subédrica e tem forma lamelar. Cristais de apatita, epidoto e quartzo aparecem também como inclusos em turmalina. Seritização em grau muito alto em microclínio e plagioclásio. Cloritização moderada a intensa em cristais de microclínio e plagioclásio. Oxidação irregular em fraturas (em cristais de quartzo).

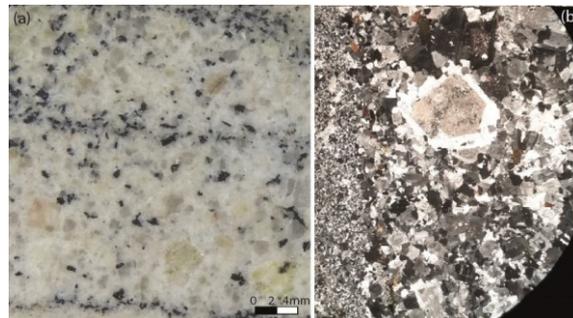
Figura 26. Amostra B3C, contato granito-turmalinito. Monzonito inequigranular fino a grosso, apresenta muscovita e apatita como minerais varietais e epidoto como acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



#### 5.3.1.9. B4A

Granodiorito possui textura hipidiomórfica granular e intergranular, inequigranular, inequigranular, e tamanho de grão variando entre fino e grosso (Fig. 27). É composto por quartzo, plagioclásio, microclínio, turmalina e muscovita. Quartzo corresponde a 52,5% da amostra, plagioclásio a 32,5%, microclínio a 9%, turmalina a 5% e muscovita a 1,6%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,025 e 1,6mm, predominantemente é recristalizado com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada a poligonal, há também cristais anédricos e forma granular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,09 e 6mm, é anédrico a subédrico e tem forma tabular; microclínio possui tamanho de grão entre 0,05 e 1,6mm, é anédrico a subédrico (majoritariamente anédrico) e tem forma granular; turmalina possui tamanho de grão entre 0,1 e 1mm, é anédrica a euédrica (predominantemente subédrica) e tem forma prismática; muscovita possui tamanho de grão entre 0,11 e 0,5mm, é anédrica a subédrica e tem forma laminar; biotita possui tamanho de grão de 0,15mm, é subédrica e tem forma laminar. Seritização em grau muito alto em muscovita e moderado a alto em plagioclásio. Argilização moderada. Há deformação de baixo grau em alguns cristais de plagioclásio.

Figura 27. Amostra B4A, granodiorito inequigranular fino a grosso, apresenta turmalina e muscovita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.

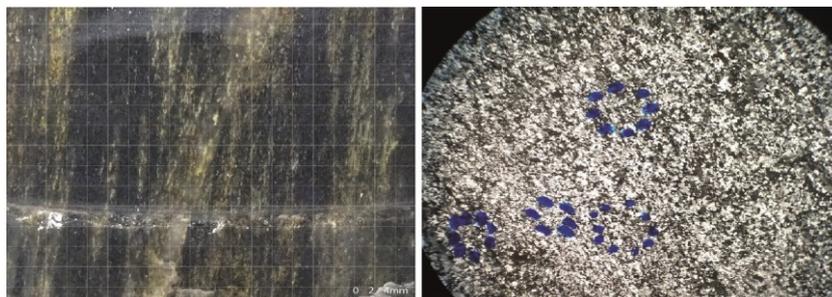


#### 5.3.1.10. B5A

Quartzito é composto por quartzo, minerais opacos, epidoto, apatita, rutilo, zircão, quartzo rutilado (Fig. 28). Quartzo corresponde a 91% da amostra, opacos 7,5%, e epidoto 0,5%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,02 e 1,1mm, são grãos recristalizados de faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada a serrilhada, há cristais de quartzo rutilado com tamanho de grão entre 0,125 e 0,175mm, também são recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma interlobada; rutilo tem tamanho em torno de 0,035mm, é subédrico e tem forma acicular; minerais

opacos possuem tamanho de grão entre 0,035 e 0,1mm; epidoto possui tamanho de grão entre 0,045 e 0,1mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular e prismática; apatita possui tamanho de grão igual a 0,14mm, é subédrica e tem forma prismática. Quartzo rutilado está em localizado preferencialmente entre bandas de minerais opacos.

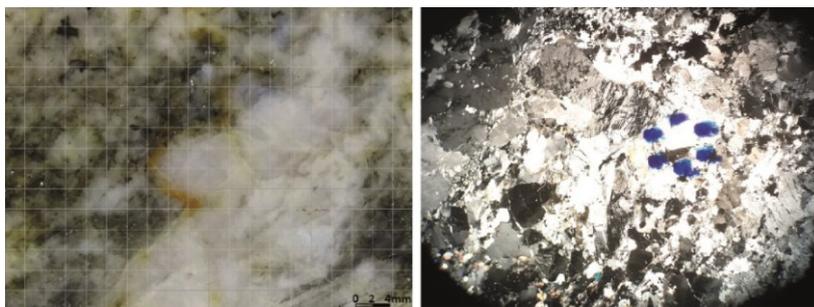
Figura 28. Amostra B5A, rocha encaixante, quartzito, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



#### 5.3.1.11. B5B

Monzogranito apresenta textura é pegmatóide, inequigranular, e tamanho de grão variando entre médio e muito grosso (Fig. 29). É composto por quartzo, microclínio, pertita, plagioclásio, muscovita, biotita, epidoto, apatita e clorita. Quartzo corresponde a 43% da amostra, microclínio 14%, pertita 21%, plagioclásio 18%, muscovita, biotita e epidoto e apatita, cada um, a aproximadamente 1%, e clorita a 0,42%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,025 e 2mm, são grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e forma serrilhada; microclínio possui tamanho de grão 0,8 e 1,4mm, é anédrico e tem forma granular; pertita possui tamanho de grão entre 0,5 e 6,6cm, é anédrica e tem forma granular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,24 e 2,2mm, é anédrico a subédrico (majoritariamente anédrico) e tem forma tabular; muscovita possui tamanho de grão entre 0,11 e 1mm, é anédrica a subédrica (predominantemente anédrica) e tem forma lamelar; biotita possui tamanho de grão igual a 0,275mm, é subédrica a euédrica e tem forma lamelar; epidoto possui tamanho de grão entre 0,025 e 0,2mm, é anédrico a euédrico e tem forma prismática; apatita está inclusa em cristais de microclínio e possui tamanho de grão entre 0,06 e 0,24mm, é euédricas e forma prismática; clorita possui tamanho de grão igual a 0,02mm, é anédrica e tem forma laminar. Há seritização de grau baixo em grãos de plagioclásio e muscovita. Cloritização localizada em cristais de biotita.

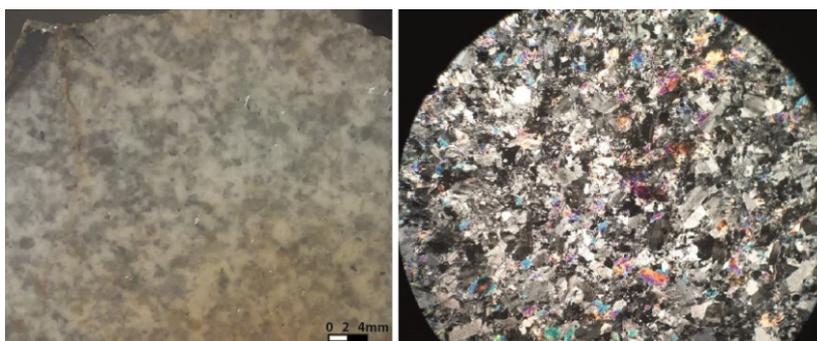
Figura 29. Amostra B5B, monzogranito de textura pegmatítica médio a muito grosso, possui muscovita, epidoto, biotita e apatita como minerais acessórios, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



### 5.3.1.12. B6A

Granodiorito apresenta textura hipidiomórfica granular e intergranular, e tamanho de grão entre fino e médio (Fig. 30). É composto por quartzo, plagioclásio, muscovita, microclínio e granada. Quartzo corresponde a 45%, plagioclásio 31%, muscovita 16%, microclínio 6%, granada 0,5%. Cristais de quartzo possuem tamanho de grão entre 0,01 e 1,6mm, há tanto grãos recristalizados com faces cristalinas granoblásticas e de forma interlobada, quanto grãos de grãos anédricos e forma granular; plagioclásio possui tamanho de grão entre 0,1 e 3mm, é anédrico a subédrico e tem forma tabular; muscovita possui tamanho de grão entre 0,15 e 2mm, é anédrica a subédrica e tem forma lamelar; microclínio possui tamanho de grão entre 0,2 e 1,6mm, é anédrico a subédrico e tem forma granular. Seritização em grau baixo a muito alto em cristais de plagioclásio e muscovita. Cloritização incipiente. Há deformação de grau baixo a moderado em cristais de muscovita.

Figura 30. Amostra B6A, granodiorito equigranular fino a médio, possui muscovita como mineral varietal e granada como acessório, em (a) amostra de mão e em (b) lâmina petrográfica.



### 5.3.2. Tabela resumo da descrição petrográfica

Com base nos dados obtidos com a descrição petrográfica foram elaboradas as Tabelas 4 e 5, que sintetizam as informações do item anterior.

Tabela 4. Síntese da descrição petrográfica das amostras das rochas graníticas.

		Tabela de resumo da petrografia de rochas ígneas										
Amostra		B1A	B2A	B2C	B2D	B3A	B3B	B3C	B4A	B5B	B6A	
Relação entre os grãos	Hibbard, 1999	lipidiomórfica granular e intergranular	lipidiomórfica granular e intergranular	pegmatítica	lipidiomórfica granular e intergranular	lipidiomórfica granular e intergranular	lipidiomórfica granular e intergranular	lipidiomórfica granular e intergranular	lipidiomórfica granular e intergranular	pegmatítica	lipidiomórfica granular e intergranular	
		B1A	B2A	B2C	B2D	B3A	B3B	B3C	B4A	B5B	B6A	
Mineral primário	márcolinó	36,62	13,16	0,00	25,92	35,67	18,60	16,00	8,65	13,98	6,17	
	perita	7,04	7,77	64,00	28,70	0,00	19,29	16,00	0,00	21,19	0,00	
	plagioclásio	11,97	20,33	6,67	5,09	19,30	15,85	32,69	32,43	18,22	30,86	
	quartzo	36,62	45,45	23,33	36,57	42,10	40,65	3,21	52,45	43,22	45,44	
	turmalina	4,23	0,60	1,11	1,85	0,00	0,00	0,00	4,86	0,00	0,00	
	muscovita	0,70	12,56	0,00	1,85	0,00	0,00	7,69	1,62	0,85	16,83	
	apatita	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	18,59	0,00	0,42	0,00	
	esteno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	rutilo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	epidoto	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	0,00	0,00	
varietal ou acessório	biotita	0,00	0,00	4,00	0,00	2,92	5,51	0,00	0,85	0,00	0,00	
	zircão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	granada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	
	opaco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	
mineral secundário - hidrotérmal	Sericita	inexistente	moderada a intensa	inexistente	inexistente	incipiente a moderada	intensa (mc, pl)	intensa (mc, pl)	moderada	incipiente	incipiente a intensa	
	Clorita	inexistente	inexistente	inexistente	inexistente	moderado	incipiente a moderado (bt)	moderada a intensa	inexistente	localizado (bt)	incipiente	
Alteração mineral intempérrico	Argilização	inexistente	inexistente	inexistente	inexistente	incipiente	intensa (mc)	moderada a intensa (mc, pl)	moderada	incipiente	inexistente	
	Oxidação	inexistente	inexistente	inexistente	inexistente	incipiente (bt), irregular em fraturas (qz)	irregular em fraturas	irregular em fraturas (qz)	inexistente	inexistente	inexistente	
Deformação		inexistente	baixa (pl)	baixa (pl)	inexistente	inexistente	inexistente	baixa (pl)	baixa (pl)	inexistente	baixa a moderada (ms)	

Tabela 5. Síntese da descrição petrográfica das rochas encaixantes.

<b>Tabela de resumo da petrografia de rochas encaixantes</b>			
	<b>Amostra</b>	<b>B2B</b>	<b>B5A</b>
	<b>Classificação</b>	<b>Tumalinito</b>	<b>Quartzito</b>
<b>Mineral primário</b>	<b>microclínio</b>	0,00	0,00
	<b>perita</b>	0,00	0,00
	<b>plagioclásio</b>	0,00	0,00
	<b>quartzo</b>	20,53	90,64
	<b>turmalina</b>	49,67	0,00
	<b>muscovita</b>	0,00	0,00
	<b>apatita</b>	16,56	0,00
	<b>esfeno</b>	0,66	0,00
	<b>rutilo</b>	0,00	0,00
	<b>epidoto</b>	10,60	0,58
	<b>biotita</b>	0,00	0,00
	<b>zircão</b>	0,66	0,00
	<b>granada</b>	0,00	0,00
	<b>opaco</b>	1,32	7,55
<b>Mineral secundário - mineral hidrotermal</b>	<b>sericita</b>	inexistente	inexistente
	<b>clorita</b>	inexistente	inexistente
<b>Alteração intempérica</b>	<b>Argilização</b>	inexistente	inexistente
	<b>Oxidação</b>	inexistente	inexistente
<b>Deformação</b>		inexistente	inexistente

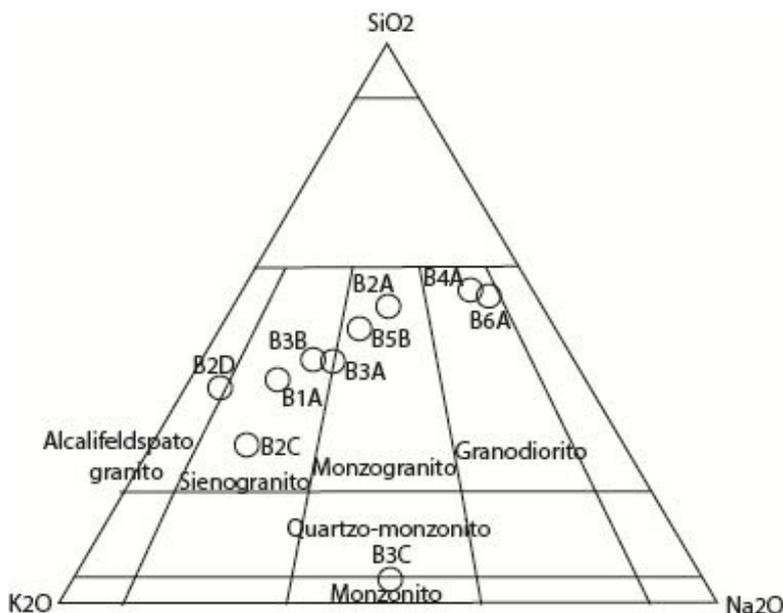
## 5.4. CLASSIFICAÇÕES

### 5.4.1. Classificação por parâmetros modais (Mineralogia)

#### 5.4.1.1. MINERAIS ESSENCIAIS: DIAGRAMA QAP

O diagrama QAP da Figura 31 apresenta a classificação por parâmetros modais entre os minerais quartzo, feldspato e plagioclásio. Os valores foram obtidos através da descrição das amostras, e as proporções de feldspato alcalino foram obtidas pela soma entre valores de microclínio e perita. Nele foram obtidos os nomes-raiz com base em Streckeisen (1976), de forma que: **Sienogranito** é o nome raiz para amostras B1A, B2C, B3A e B3B; **Monzogranito** para amostras B2A e B5B; **Alcali-feldspato-granito** para amostra B2D; **Monzonito** para amostra B3C; e **Granodiorito** para amostras B4A e B6A (nomes estão escritos de acordo com as diretrizes para nomenclatura da IUGS e da SBG).

Figura 31. Teores dos minerais Quartzo, Feldspato alcalino e Plagioclásio plotados no Diagrama QAP determinam os nomes-raiz das amostras: Sienogranito, monzogranito, alcalifeldspato granito, monzonito e granodiorito.



Fonte: Adaptado de Streckisen (1978).

#### 5.4.1.2. MINERAIS NÃO-ESSENCIAIS

Conforme indica IUGS e SBG, termos qualificadores dão mais detalhe ao nome-raiz das rochas, com base nas descrições petrográficas e teores de minerais não-essenciais, pode-se classificar amostras com base em minerais varietais e acessório. Minerais varietais tem teor entre 5 e 20% da rocha e seus nomes aparecem antes do nome raiz. Já os minerais acessório tem teor menor que 5% e seus nomes ficam depois do nome-raiz, são antecidos pela palavra “com”. Quanto maior o teor, mais próximo o termo qualificador fica do nome-raiz da rocha.

Assim sendo, com base em classificação por parâmetros modais de minerais não-essenciais, as rochas foram chamadas de: **Sienogranito** com turmalina-muscovita (B1A); **Muscovita monzogranito** com turmalina (B2A); **Sienogranito** com biotita-turmalina-apatita-epidoto (B2C); **Alcali-feldspato-granito** com turmalina-muscovita (B2D); **Sienogranito** com biotita (B3A); **Biotita sienogranito** (B3B); **Muscovita-apatita monzonito** com epidoto (B3C); **Granodiorito** com turmalina-muscovita (B4A); **Monzogranito** com muscovita-epidoto-biotita-apatita (B5B); **Muscovita granodiorito** com granada (B6A).

## 5.4.2. Classificação por granulometria

### 5.4.2.1. CLASSIFICAÇÃO COM PARÂMETROS PROPOSTOS POR GILLESPIE & STYLES (1999)

A classificação por granulometria usou como base histogramas de frequência (Fig. 32 a 36), em que no eixo X estão os tamanhos de grão e no eixo Y a frequência com que esses tamanhos foram contados. Os parâmetros propostos por Gillespie & Styles (1999), da SBG, consideram tamanhos de grão entre 0,032 e 0,25mm como finos; entre 0,25 e 2mm médios; entre 2mm e 1,6cm grossos; e entre 1,6 e mais que 1,6cm muito grosso.

Desta forma, as rochas foram classificadas com base em granulometria como: **Sienogranito fino a médio** (B1A); **Monzogranito fino a grosso** (B2A); **Sienogranito médio a muito grosso** (B2C); **Alcali-feldspato-granito fino a grosso** (B2D); **Sienogranito fino a médio** (B3A); **Sienogranito fino a médio** (B3B); **Monzonito fino a grosso** (B3C); **Granodiorito fino a grosso** (B4A); **Monzogranito médio a muito grosso** (B5B); **Granodiorito fino a médio** (B6A).

Figura 32. Histogramas de frequência das amostras B1A e B2A, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre: (a) fino e médio e (b) fino e grosso.

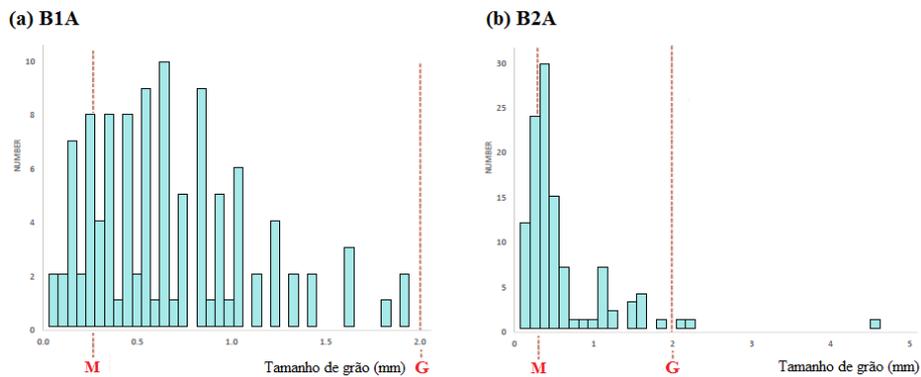


Figura 33. Histogramas de frequência das amostras B2C e B2D, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre: (a) médio e muito grosso e (b) fino e grosso.

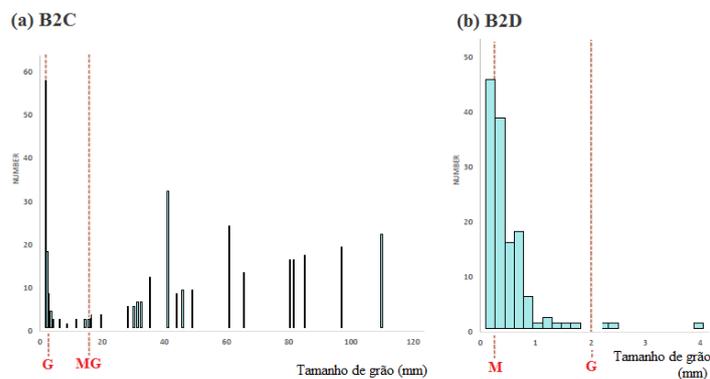


Figura 34. Histogramas de frequência das amostras B3A e B3B, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre fino e médio (a) e (b).

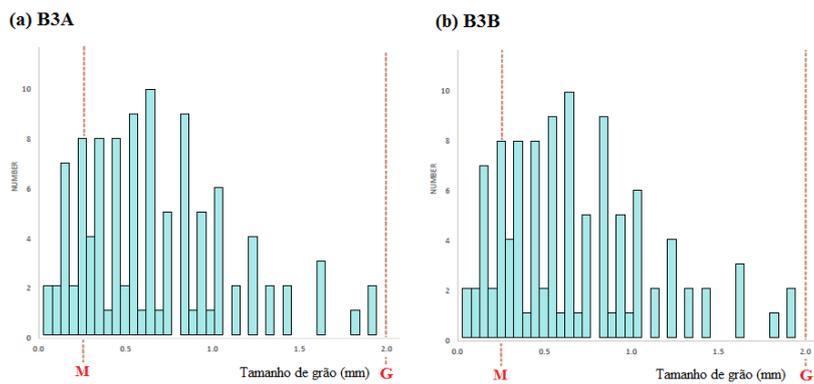


Figura 35. Histogramas de frequência das amostras B3C e B4A, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam de fino a grosso (a) e (b).

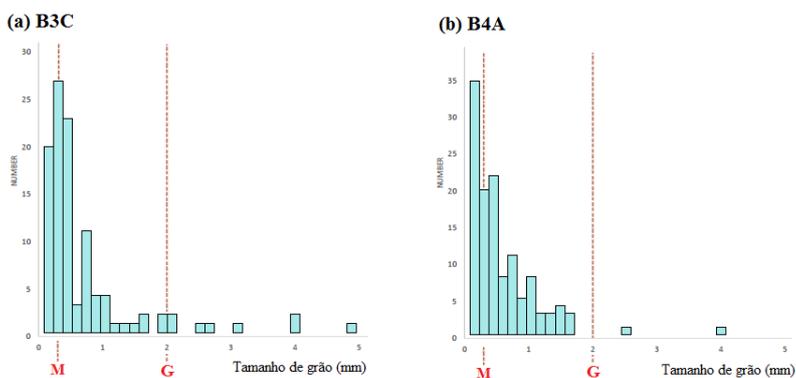
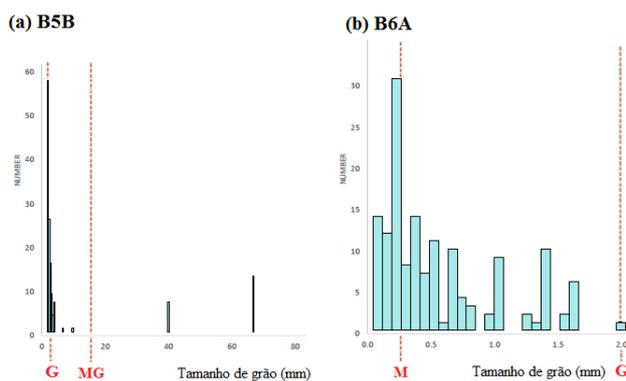


Figura 36. Histogramas de frequência das amostras B5B e B6A, cujos tamanho de grão, conforme SBG, variam entre: (a) médio e muito grosso e (b) fino e grosso.



### 5.4.3. Classificação por homogeneidade granulométrica

A classificação por homogeneidade granulométrica usou como base polígonos de frequência (Fig. 37 a 40), segundo Best (2002) gráficos que apresentam curva normal de base estreita são referentes a rochas equigranulares, e gráficos com curva de base larga a inequigranulares. Dentre as rochas inequigranulares há curvas unimodais, que são referentes à rochas inequigranulares seriadas, e bimodais, que são referentes a rochas porfíricas. Foram inseridos os parâmetros de tamanho de grão sobre os polígonos de frequência de modo a melhor caracterizar a homogeneidade granulométrica das amostras.

A presença ou ausência de pórfiros é uma característica fundamental a ser observada em amostras inequigranulares, uma vez que a nomenclatura tem regra diferente para rochas porfíricas. Como rochas porfíricas devem ser acompanhadas do sufixo “-pegmatítico”, então, por dedução, quando uma rocha inequigranular **não** é acompanhada pelo referido sufixo, ela é inequigranular seriada.

Desta forma, as rochas são classificadas com base em homogeneidade granulométrica como: **Sienogranito equigranular** (B1A); **Monzogranito inequigranular seriado** (B2A); **Sienogranito inequigranular porfírico fanerítico** (B2C); **Alcali-feldspato-granito inequigranular seriado** (B2D); **Sienogranito equigranular** (B3A); **Sienogranito equigranular** (B3B); **Monzonito inequigranular seriado** (B3C); **Granodiorito inequigranular seriado** (B4A); **Monzogranito inequigranular porfírico fanerítico** (B5B); **Granodiorito equigranular** (B6A).

Mas como o termo “-pegmatítico” já é usado em rochas inequigranulares porfíricas faneríticas, não há necessidade de deixar isso escrito no nome da rocha, bastando o sufixo para remeter ao termo “inequigranular”. Por consequência o termo “inequigranular seriado” se torna desnecessário, podendo ser substituído apenas por “inequigranular”.

Assim sendo, a nomenclatura com base em homogeneidade granulométrica fica: **Sienogranito equigranular** (B1A); **Monzogranito inequigranular** (B2A); **Sienogranito-pegmatítico** (B2C); **Alcali-feldspato-granito inequigranular** (B2D); **Sienogranito equigranular** (B3A); **Sienogranito equigranular** (B3B); **Monzonito inequigranular** (B3C); **Granodiorito inequigranular** (B4A); **Monzogranito-pegmatítico** (B5B); **Granodiorito equigranular** (B6A).

Figura 37. Polígonos de frequência de rochas: (a) equigranular e (b) inequigranular (inequigranular seriada).

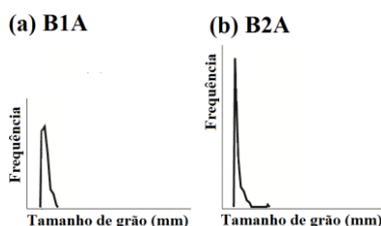


Figura 38. Polígono de frequência de rocha pegmatítica (inequigranular porfírica fanerítica).

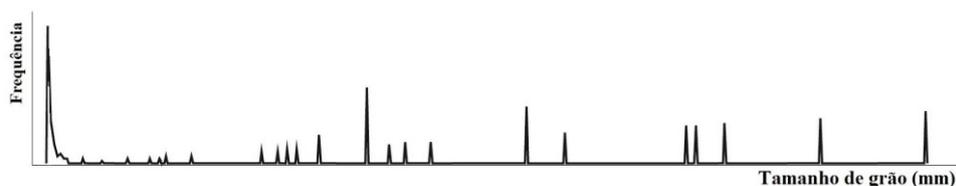


Figura 39. Polígonos de frequência de rochas: (a) inequigranular (inequigranular seriada), (b) e (c) equigranulares, e (d) inequigranular (inequigranular seriada).

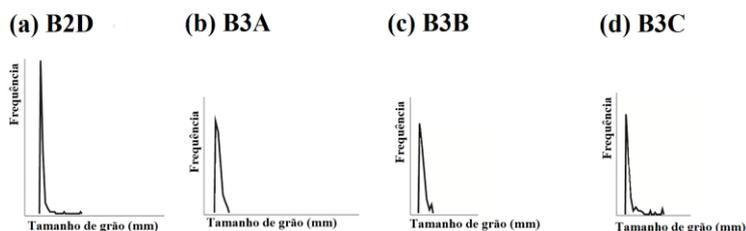
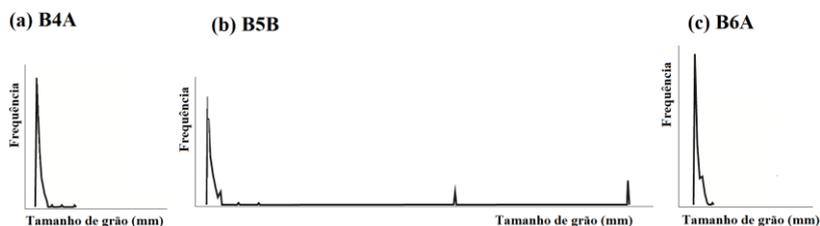


Figura 40. Polígonos de frequência de rochas: (a) inequigranular (inequigranular seriada), (b) pegmatítica (inequigranular porfírica fanerítica) e (c) equigranular.



## 5.5. NOMENCLATURA

A IUGS e a SBG recomendam a uniformização da nomenclatura de rochas, essa nomenclatura deve ser feita com base em nomes-raiz e termos qualificadores, sendo que os nomes-raiz são referentes ao QAP (STRECKEISEN, 1976), e os termos qualificadores às demais características das rochas, como teores de minerais varietais e acessório, e aspectos texturais. A Tabela 6 reúne todas as classificações, por parâmetros modais de minerais essenciais e não-essenciais, por parâmetros granulométricos e de homogeneidade granulométrica.

Tabela 6. Resumo de todas as classificações usadas para nomenclatura.

Tabela resumo para nomenclatura de rochas ígneas					
Classificação por	Composição/Mineralogia		Granulometria	Homogeneidade granulométrica	Nome da rocha
	Essenciais (QAP)	Varietais (entre 5 e 20%)			
Autores referência	Streckeisen, 1976	Subcomissão IUGS, 1973	Gillespie & Styles, 1999	Best, 2002	
B1A	si no granito		fino a médio	equigranular	<u>Si</u> enogranito <i>equigranular fino a médio com turmalina-muscovita</i>
B2A	monzogranito	muscovita	fino a grosso	inequigranular seriada	<i>Muscovita</i> <u>monzogranito</u> <i>inequigranular fino a grosso com com turmalina</i>
B2C	si no granito		médio a muito grosso	inequigranular porfirítica	<u>Si</u> enogranito- <i>pegmatítico</i> <i>médio a muito grosso com biotita-turmalina-apatita-epidoto</i>
B2D	alcalifeldspato granito		fino a grosso	inequigranular seriada	<u>A</u> lcalfeldspato- <u>granito</u> <i>inequigranular fino a grosso com turmalina-muscovita</i>
B3A	si no granito		fino a médio	equigranular	<u>Si</u> enogranito <i>equigranular fino a médio com biotita</i>
B3B	si no granito	biotita	fino a médio	equigranular	<i>Biotita</i> <u>si</u> enogranito <i>equigranular fino a médio</i>
B3C	monzonito	muscovita e apatita	fino a grosso	inequigranular seriada	<i>Muscovita-apatita</i> <u>monzonito</u> <i>inequigranular fino a grosso com epidoto</i>
B4A	granodiorito		fino a grosso	inequigranular seriada	<u>G</u> ranodiorito <i>inequigranular fino a grosso com turmalina-muscovita</i>
B5B	monzogranito		médio a muito grosso	inequigranular porfirítica	<u>M</u> onzogranito- <i>pegmatítico</i> <i>médio a muito grosso com muscovita-epidoto-biotita-apatita</i>
B6A	granodiorito	muscovita	fino a médio	equigranular	<i>Muscovita</i> <u>granodiorito</u> <i>equigranular fino a médio com granada</i>

Foram usados como qualificadores: (i) minerais não essenciais: minerais teores entre 5 e 20% da rocha são varietais, e com teores menores que 5% da rocha acessórios; (ii) homogeneidade granulométrica; (iii) granulometria.

Seguindo as diretrizes para nomenclatura: (i) nomes-raiz foram escritos em negrito e sublinhados; (ii) termos qualificadores foram escritos em itálico; (iii) termos qualificadores e nome-raiz não foram separados entre si por hífen; (iv) quando o nome raiz é composto, as duas palavras referentes ao nome-raiz foram ligadas entre si por hífen; (v) termos qualificadores foram adicionados antes e depois do nome-raiz; (vi) nomes de minerais varietais se tornaram prefixos; (vii) nomes de minerais acessórios se tornaram sufixos; (viii) a palavra “com” antecedeu nomes de minerais acessórios; (ix) nomes qualificadores foram ligados entre si por hífen quando estavam em quantidade superior a um, nesses casos os nomes dos minerais mais abundantes ficaram mais próximos do nome-raiz, e os menos abundantes mais afastados.

Resumidamente a nomenclatura seguiu o modelo: Minerais varietais em itálico + nome-raiz em negrito e sublinhado + homogeneidade granulométrica em itálico + granulometria em itálico + “com” em itálico + minerais acessórios em itálico.

Assim sendo, **sienogranito**, **monzogranito**, **alcali-feldspato-granito**, **monzonito** e **granodiorito** foram usados como nome-raiz.

*Muscovita*, *biotita* e *apatita* foram usados como qualificadores de minerais varietais, e antecederam o nome-raiz. *Turmalina*, *muscovita*, *biotita*, *apatita*, *epidoto* e *granada* foram usados como qualificadores de minerais acessórios e sucederam o nome-raiz logo após da palavra “com”.

“*Equigranular*”, “*inequigranular*” e “*pegmatítico*” foram termos usado como qualificadores de homogeneidade granulométrica, classificando rochas como equigranulares, inequigranulares seriadas ou porfíricas faneríticas. Mas como no último caso a nomenclatura é mais específica, com o termo “-pegmatóide”, então, por dedução, as rochas “inequigranulares seriadas” podem ser chamadas apenas de “inequigranulares”.

Assim, os Granitos Peraluminosos, ou Leucogranitos, após toda a análise deste trabalho, com base em diferentes aspectos texturais e composicionais, receberam a nomenclatura que segue: **Sienogranito** *equigranular fino a médio com turmalina-muscovita* (B1A); *Muscovita* **monzogranito** *inequigranular fino a grosso com turmalina* (B2A); **Sienogranito**-*pegmatítico médio a muito grosso com biotita-turmalina-apatita-epidoto* (B2C); **Alcali-feldspato-granito** *inequigranular fino a grosso com turmalina-muscovita* (B2D); **Sienogranito** *equigranular fino a médio com biotita* (B3A); *Biotita* **sienogranito** *equigranular fino a médio* (B3B); *Muscovita-apatita* **monzonito** *inequigranular fino a grosso com epidoto* (B3C); **Granodiorito** *inequigranular fino a grosso com turmalina-muscovita* (B4A); **Monzogranito**-*pegmatítico médio a muito grosso com muscovita-epidoto-biotita-apatita* (B5B); *Muscovita* **granodiorito** *equigranular fino a médio com granada* (B6A).

## 6. CONCLUSÕES

Se as rochas estudadas fossem classificadas com base nos parâmetros da IUGS para granulometria (histogramas com parâmetros da IUGS na Fig. 41- Anexo), a classificação ficaria: **Sienogranito** *fino a médio* (B1A); **Monzogranito** *fino a médio* (B2A); **Sienogranito** *médio a pegmatítico* (B2C); **Alcali-feldspato-granito** *fino a médio* (B2D); **Sienogranito** *fino a médio* (B3A); **Sienogranito** *fino a médio* (B3B); **Monzonito** *fino a médio* (B3C); **Granodiorito** *fino a médio* (B4A); **Monzogranito** *médio a pegmatítico* (B5B); **Granodiorito** *fino a médio* (B6A).

Portanto, a classificação proposta pela SBG é mais acertiva do que a recomendada pela IUGS, a classificação com os parâmetros propostos por Gillespie & Styles (1999) fez com que quatro rochas (B2A, B2D, B3C e B4A) tivessem sua classificação com o maior tamanho descrito como grosso, o que seria diferente se usasse os parâmetros de granulometria da IUGS (seriam considerados médios).

Sobre a conveniência em adotar os parâmetros proposto pela IUGS e pela SBG, conclue-se que o uso dos parâmetros propostos por Gillespie & Styles (1999) só é vantajoso para investigações específicas onde a precisão é algo muito promissor, como por exemplo petrogênese. Contudo, em outros casos, como trabalhos relacionados a mapeamento geológico e litoestratigrafia, é recomendável o método da IUGS pela maior facilidade de execução.

E sobre adotar o sistema de nomenclatura recomendado pela IUGS e pela SBG, é conveniente pois, apesar do fato dos nomes se tornarem longos com o uso de termos qualificadores, o método torna o nome da rocha algo auto-explicativo; olhando pela ótica de que qualquer geólogo que saiba a sistemática da nomenclatura terá um conhecimento detalhado sobre a rocha apenas com a leitura do seu nome, o método é muito vantajoso.

Por fim, como a relação de concordância entre injeções e rochas encaixantes foi observada em quase todos os pontos de estudo, com exceção apenas do ponto de número 7, fica a sugestão de mais pesquisas serem feitas com relação ao corpo granítico maciço daquela localidade.

## 7. REFERÊNCIAS

BASEI, Miguel Angelo Stipp. **O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina**. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 190p, 1985.

[Capítulo 7 - Kinetic Paths and Fabric of Magmatic Rocks. 7.1 – Fabrics Related to Crystallization path: Crystallinity and Grain Size, p.156]. BEST, Myron G.. **Igneous and metamorphic petrology**. 2. ed.. Austrália: Blackwell Publishing, 729p., 2002.

CROSS, W.; IDDINGS, J. P.; PIRSSON, L. V.; WASHINGTON, H.. The quantitative classification of igneous rocks. **Journal of geology**. 10:555-690, 1902.

DE CAMPOS, Roberto Sacks; PHILIPP, Ruy Paulo; MASSONNE, Hans-Joachim; CHEMALE, Farid; THEYE, Thomas. Petrology and isotope geology of mafic to ultramafic metavolcanic rocks of the Brusque Metamorphic Complex, southern Brazil. **International Geology Review** , v. 54, p.686-713, 2011.

DE CAMPOS, Roberto Sacks. **Petrologia, caracterização geológica, geoquímica e geocronológica do magmatismo pré, sin e pós-colisional presente no Complexo Metamórfico Brusque nas regiões de Itapema e Botuverá, Santa Catarina**. Tese de doutorado em geociências pela Universidade Federal do rio Grande do Sul. UFRGS, 2011.

DE CAMPOS, Roberto Sacks. **Petrografia e geoquímica das rochas metavulcânicas máficas e ultramáficas do Complexo Metamórfico Brusque, região da serra da miséria, Itapema, SC**. Dissertação de mestrado em geociências pela Universidade Federal do rio Grande do Sul. UFRGS, 2007.

[Capítulo Fratura e deformação rúptil. p. 164] FOSSEN, Haakon. **Geologia Estrutural**. Tradução de Fábio R. D. de Andrade. 2. ed. Atualizada e ampliada. SP: Oficina de Textos, 361p., 2017.

[Capítulo 8. Juntas e veios. Sub-ítem 8.8.2. Preenchimento de veios e mecanismos de crescimento e Capítulo 17: Regimes extencionai. Ítem 9 - Estimativas de estiramento, fractais e lei de potência, p. 438] FOSSEN, Haakon. **Geologia Estrutural**. Tradução de Fábio R. D. de Andrade. 2. ed. Atualizada e ampliada. SP: Oficina de Textos, 361p., 2017.

[Chapter 10 - Deformation at the microscale. Pág 188 à 204]. FOSSEN, Haakon. **Structural Geology. Estrutural**. Tradução de Fábio R. D. de Andrade. 2. ed. Atualizada e ampliada. SP: Oficina de Textos, 361p., 2017.

GILL, Robin. **Rochas e processos ígneos: um guia prático**. Volume 1. Tradução: Félix José Nonnenmacher. Porto Alegre. Bookman, 1ed. 427p., 2010.

GILLESPIE, M. R.; STYLES, T.. **BGS Rock Classification Scheme: Classification of igneous rocks**. Volume 1. British geological survey, v. 1. 2ªed., 1999.

[Capítulo 7 – Physical Attributes of rocks, p.107] HIBBARD, M. J.. **Petrography to petrogenesis**. Department of geological sciences. Mackey School of mines. University of Nevada, Reno. Prentice-Hall, Inc. 587p, 1995.

[Capítulo 8 – Textural Interpretation, p.130] HIBBARD, M. J.. **Petrography to petrogenesis**. Department of geological sciences. Mackey School of mines. University of Nevada, Reno. Prentice-Hall, Inc. 587p, 1995.

JUNG, S.; PFÄNDER, J. A.. Source composition and melting temperatures of orogenic granitoids: constrains from CaO/Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> and accessory mineral saturation thermometry. **European Journal of Mineralogy**, 19:859-870, 2007.

Le MATRE, R. W. *et. al.* **A Classification and glossary of terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences** - Subcommission on the Systematics of igneous rocks. Blackweel Scientific Publications, Oxford. U.K. 193p. 1989.

LIÉGEOIS, J. P.. Some words on the post-collisional magmatism. **Lithos**, 45:xv-xvii, 1998.

LIÉGEOIS, J.P., NAVEZ J.; HERTOGEN, J.; BLACK, R.. Contrasting origin of post-collisional high-K calc-alkaline and shoshonitic versus alkaline and peralkaline granitoids: The use of sliding normalization. **Lithos**, 45:1-28, 1998.

MACKENZIE *et al.* (1982)

PATIÑO DOUCE, A. E.; MC CARTHY, T. C.. Melting of crustal rocks during continental collision and subduction. In: Hacker B.R. & Liou J.G. (eds.) When the continents collide: geodynamics and geochemistry of Ultra-High Pressure rocks. **Netherlands**, Kluwer Academic Publishers, p.27-55, 1998.

PATIÑO DOUCE, A. E.; JOHNSTON, A. D.. Phase equilibria and melt productivity in the pelitic system: implications for the the origin of peraluminous granitoids and aluminous granulites. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, 107:202-218, 1991.

PATIÑO DOUCE, A. E.. What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? In: Castro A., Fernandez C., Vigneresse J.E. (eds.) Understanding granites: New and Classical Techniques. **Geological Society of London**, Special Publications, 168:55-75, 1999.

PATIÑO DOUCE, A. E.; MC CARTHY, T. C.. Melting of crustal rocks during continental collision and subduction. In: Hacker B.R. & Liou J.G. (eds.) When the continents collide: geodynamics and geochemistry of Ultra-High Pressure rocks. **Netherlands**, Kluwer Academic Publishers, p.27-55, 1998.

- PEARCE, J. A.; HARRIS, N. B. W., TINDLE, A. G.. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrology*, 25:956-983, 1984.
- PEARCE, J. A.. **Sources and settings of granitic rocks**. *Episodes*, 19(4):120-125, 1996.
- PHILIPP, Ruy Paulo et al.. Caracterização litológica e evolução metamórfica da porção leste do Complexo Metamórfico Brusque, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geociências**. [S.l.], v.34, p.21-34, mar., 2004.
- PHILIPP, Ruy Paulo; DE CAMPOS, Roberto Sacks. Granitos peraluminosos intrusivos no Complexo Metamórfico Brusque: registro do magmatismo relacionado a colisão neoproterozóica no Terreno Tijucas, Itapema (SC). **Revista Brasileira de Geociências**, [S. l.], v. 40 (2), n. 303-320, p. 303-32, jun., 2010.
- SANDER, A.. **Petrologia e Litoquímica de uma parcela da Seqüência Vulcano-Sedimentar do Complexo Metamórfico Brusque na região do Ribeirão do Ouro, SC**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992, 167p.
- STEVENS, G., CLEMENS, J. D., DROOP, G. T. R.. Melt production during granulite-facies anatexis: experimental data from “primitive” metasedimentary protoliths. **Contribution to Mineralogy Petrology**, 128:352-370, 1997.
- STRECKEISEN A. L.. To each plutonic rock its proper name. **Earth Science Review**. 12:1-33, 1976.
- TERRY, CHILLINGAR. American Geological Institute. Sheet 6L.,1995.
- TICKYJ H. *et. al.*. Remus M.V.D. Electron-microprobe dating of monazite substantiates ages of major geological events in the southern Brazilian Shield. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, 16(8):699-713, 2004.
- WERNICK, Eberhard. **Rochas magmáticas**: Conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica. SP: UNESP, 655p., 2004.
- WILSON, M.. **Igneous Petrology**. London, Unwin and Hyman, 466 p., 1989.
- WHITE, A. J. R.; CHAPPELL, B. W.. Ultrametamorphism and granitoid genesis. **Tectonophysics**, 43:7-22, 1977.
- WINKLER, H. G. F.. A survey of granitic rocks of the Damara Orogen and considerations of their origin. In: Martin H. & Eder P.W. (eds.) **Intracontinental fold belts**. Berlin, Springer-Verlag, p.817-837, 1983.

## ANEXO

Tabela 7. Dados estruturais.

Ponto	Estrutura	Atitudes			
B1	Injeção granítica	330/45	300/40		
B2	Injeção granítica	310/50	300/40	310/40	
B3	Injeção granítica	285/30	288/19	300/25	293/20
		272/22	215/10	281/30	340/30
		289/23	280/30	269/10	289/35
		290/40	280/15	290/29	300/40
		310/30	288/29	306/30	
		270/20	295/25		
		256/15	298/25	293/25	238/30
B3	Bandamento Gnaissico	239/35	286/25	280/30	313/35
		278/20	272/28	245/30	286/22
		316/25	242/30	325/15	300/50
		320/25			
B4	Bandamento Gnaissico	320/25			
B5	Injeção granítica	295/25	310/35		
	Dique granítico	070/90			
B6	Xistosidade	243/10	210/30	228/20	252/22
	Foliação granítica	188/90	199/25	180/90	
B7	Bandamento Gnaissico	155/10	175/10	125/10	278/05
		342/05	244/05	315/10	348/05
		290/10	210/05	115/05	

Figura 41. Histogramas de frequência com parâmetros de granulometria propostos pela IUGS (em vermelho).

