

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – UNIPAMPA  
CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL  
CURSO DE GEOLOGIA**

**ADRIANO GOMES MORAIS DE OLIVEIRA**

**COMPOSIÇÃO DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO SERRA DO SEGREDO,  
CAÇAPAVA DO SUL - RS**

**Caçapava do Sul  
2019**

**ADRIANO GOMES MORAIS DE OLIVEIRA**

**COMPOSIÇÃO DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO SERRA DO SEGREDO,  
CAÇAPAVA DO SUL - RS**

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

Orientador: Prof. Dr. Felipe  
Guadagnin

**Caçapava do Sul  
2019**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal do Pampa

**ADRIANO GOMES MORAIS DE OLIVEIRA**

**COMPOSIÇÃO DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO SERRA DO SEGREDO, CAÇAPAVA DO SUL -  
RS**

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

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:

04 de julho e 2019.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Felipe Guadagnin

Orientador

UNIPAMPA

---

Profª. Dra. Cristiane Heredia Gomes

## UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Tiago Rafael Gregory

UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **FELIPE GUADAGNIN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/12/2020, às 14:38, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CRISTIANE HEREDIA GOMES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/12/2020, às 08:13, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **TIAGO RAFAEL GREGORY, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/01/2021, às 08:09, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0434208** e o código CRC **D6C50105**.

Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul

## RESUMO

A Formação Serra do Segredo, pertencente ao Grupo Santa Bárbara, está exposta a sudoeste da sede do município de Caçapava do Sul, fazendo parte de uma série de unidades sedimentares localizadas no centro-sul do estado do Rio Grande do Sul. Essas unidades sedimentares são inclusas no Supergrupo Camaquã, depositado entre ca. 600 Ma e 530 Ma. Os arenitos e conglomerados da Formação Serra do Segredo estão relacionados a deltas intra-estuarinos progradacionais e leques aluviais. Diversos trabalhos de cunho regional foram realizados para classificar as rochas sedimentares da Formação Serra do Segredo. Entretanto, existem poucos trabalhos de alta resolução que abordem as características composicionais, texturais e diagenéticas dos arenitos. Este trabalho apresenta a classificação composicional e descrição textural dos arenitos da Formação Serra do Segredo, através da análise modal quantitativa de 300 pontos das lâminas delgadas confeccionadas a partir das amostras coletadas. Foram coletadas nove amostras ao longo de um perfil vertical. Os arenitos são sub-maduros a maduros texturalmente, e feldspáticos, feldspático-líticos, líticos-feldspáticos, sub-feldspáticos e sub-líticos. Da base para o topo, o conteúdo de quartzo diminui e aumenta o conteúdo de biotita, muscovita e clorita. Em relação aos feldspatos, na base ocorre conteúdo maior de plagioclásio, que tende a reduzir para o topo. Os elementos diagenéticos são cutículas de óxidos/hidróxidos de ferro, sobrecrecimentos de quartzo e plagioclásio. Ocorre dissolução parcial de alguns grãos do arcabouço e do cimento e deformação de grãos menos competentes, o que indica um mecanismo de compactação mecânica. A porosidade das rochas sedimentares é intergranular, intragranular, por fratura e canal. Os processos de dissolução favorecem o aumento da porosidade. Os resultados indicam uma mudança gradativa da área fonte, pela redução do teor de quartzo e plagioclásio e aumento do teor de K-feldspato e micas para o topo. Isso pode indicar a denudação da área fonte, cujas rochas contém plagioclásio e quartzo, para rochas fonte compostas por K-feldspatos e micas.

Palavras-Chave: Análise modal quantitativa; Quantificação composicional; Análise textural; Formação Serra do Segredo; Bacia do Camaquã.

## ABSTRACT

The Serra do Segredo Formation, belonging to Santa Bárbara Group, is in the south-west of Caçapava do Sul town, composing part of a series of sedimentary units disposed of in the central-south portion of Rio Grande do Sul state. These units are included in the Camaquã Supergroup, deposited between 600 Ma and 530 Ma. Sandstones and conglomerates of Serra do Segredo Formation are related to the progradation of intra-estuarine deltas and alluvial fans. Classification of sedimentary rocks of Serra do Segredo Formation have been published by several authors. However, there are few works that describe the sandstone composition, texture, and diagenetic features in high-resolution. In this work, the composition and texture of sandstones from Serra do Segredo Formation are presented by point counting using thin sections. Nine samples were collected in a vertical log. Sandstones are texturally sub-mature to mature and are classified as feldspathic, feldspathic-lithic, lithic-feldspathic, sub-feldspathic and sub-lithic arenites. From base to the top, quartz content is reduced and biotite, muscovite, and chlorite content increase. Plagioclase is higher at the base, and K-feldspar content increase to the top. Diagenetic features include oxide/hydroxide iron coatings, quartz and plagioclase overgrowths. Partial dissolution of some framework grains and cement, and deformation of less competent grains, which indicates a mechanical compaction mechanism. Porosity in the sedimentary rocks is intergranular, intragranular, fracture, and channel. Dissolution processes favor the porosity increase. Results indicate that a gradual change in source areas, by the reduction of quartz and plagioclase content and increase in K-feldspar and micas to the top. This may indicate the source area denudation, by rocks containing plagioclase and quartz to rocks composed by K-feldspar and micas.

Keywords: Quantitative modal analysis; Compositional quantification; Textural analysis; Serra do Segredo Formation; Camaquã Basin.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de situação e localização da área de estudo. ....	17
Figura 2 - Mapa geológico da região de ocorrência do Supergrupo Camaquã. 19	
Figura 3 - Coluna estratigráfica esquemática do Grupo Santa Bárbara. Da base para o topo, ocorrem as formações Estância Santa Fé, Seival, Serra dos Lanceiros, Arroio Umbu e Serra do Segredo (ALMEIDA et al., 2005). ....	21
Figura 4 - Mapa geológico da área de estudo (Sistema de referência Geográfica, DATUM SIRGAS 2000). ....	24
Figura 5 - Equipamentos utilizados na etapa de campo. A) Lupa de mão, para análise petrográfica macroscópica; B) Bússola tipo Brunton, para coleta de dados estruturais e de paleocorrentes, e C) martelo petrográfico para coleta de amostras de campo. ....	26
Figura 6 - Representação ilustrada de um microscópio petrográfico (esquerda) e o microscópio utilizado no presente trabalho (direita). ....	27
Figura 7 - Ilustração do grau de seleção de rochas sedimentares clásticas. Tal determinação pode ser feita através de estimativa visual ou por uma análise precisa da granulometria. ....	28
Figura 8 - Índice de proximidade de Kahn (Pp) para quantificação do empacotamento. Para quantificar o índice, deve-se utilizar a seguinte fórmula: $Pp = \sum g/t$ . ....	28
Figura 9 - Painel oblíquo, construído de forma ortogonal ao acamamento sedimentar, mostrando ortofotomosaico da área de estudo e a localização das amostras coletadas em campo. ....	31
Figura 10 - Classificação textural da amostra PSS01. A rocha é classificada como Arenito. As abreviaturas da figura são: conglomerado (C), conglomerado arenoso (Ca), conglomerado arenoso lamoso (Cal), conglomerado lamoso (Cl), arenito conglomerático (Ac), arenito lamoso conglomeráticos (Alc), lamito conglomerático (Lc), arenito levemente conglomerático (A(c)), arenito lamoso levemente conglomerático (Al(c)), lamito levemente conglomerático (L(c)), arenito (A), arenito lamoso (Al), lamito arenoso (La) e lamito (L). ....	33
Figura 11 - Classificações composicionais da amostra PSS01. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 70,330%, a de feldspato alcalino (K) é de 3,846% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 25,824%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 66,321%, 27,979% e 5,699%, resultando em um arenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride a porcentagem de quartzo é de 63,366%, enquanto a de feldspato é de 26,733% e a de fragmento lítico é de 9,901%, resultando em um arenito feldspático. ....	34
Figura 12 - Classificação textural da amostra PSS02. A rocha é classificada como Arenito. As abreviaturas da imagem estão na legenda da Fig. 9. ....	35
Figura 13 - A1) Intraclasto lamoso na amostra PSS02, com 1,27mm de comprimento e presença de porosidade causada por fratura no interior do grão e a porosidade de canal aumentada por dissolução contornando o grão. A2) Intraclasto lamoso em nicóis cruzados. B1) A variação no tamanho da granulometria do arcabouço, como evidenciado na imagem, costuma ocorrer nas	

regiões inferiores da amostra. O mesmo vale para as variações no grau de compactação do arcabouço. Note que a granulometria da porção inferior (silte a areia muito fina) é menor do que na porção superior (areia fina a areia média). O mesmo vale para compactação maior na porção inferior e menor na porção superior. Há aumento no conteúdo de óxido/hidróxido de ferro na região de transição granulométrica. B2) Evidência da composição arcabouço, com predominância de grãos de quartzo monocristalino. .... 36

Figura 14 - Classificações composicionais da amostra PSS02. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 71,272%, a de feldspato alcalino (K) é de 0% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 28,758%. b) enquanto que na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 65,663%, 26,506% e 7,831%, resultando em um arenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 63,372%, enquanto a de feldspato é de 25,581% e a de fragmento lítico é de 11,047%, resultando em um arenito feldspático lítico. .... 37

Figura 15 - A1) O sobrecrecimento (overgrowth) de quartzo na amostra PSS02 é comum. No centro da imagem, ele ocorre em um fragmento de rocha, preenchendo espaços criados pela dissolução dos grãos da redondeza. A2) Aspecto do sobrecrecimento de quartzo em fragmento de rocha, no meio de grãos de quartzo monocristalino e policristalino (nicóis cruzados). B1) Bastante raro, o sobrecrecimento de plagioclásio (centro) em um grão de plagioclásio ocorre em porcentagens menores do que 1% na amostra PSS02. Há também o sobrecrecimento de quartzo (à direita) em grão de plagioclásio. B2) Grão de plagioclásio com macla albita (nicóis cruzados). .... 39

Figura 16 - Classificação textural da amostra PSS03. A rocha é classificada como um lutito arenoso. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. .... 40

Figura 17 - A1) Grãos de areia fina e média mergulhados em uma matriz predominantemente de argila com silte subordinado. A porosidade de canal, evidente na parte superior da imagem, é preenchida por grãos do arcabouço (silte, areia muito fina e areia fina), por calcita poquilotópica e óxido/hidróxido de ferro. A2) A composição dos grãos de areia fina e média é predominantemente quartzosa, enquanto os demais tipos de grão, como as muscovitas e as biotitas, ocorrem em menor proporção. Em contrapartida, a matriz é composta principalmente por argilominerais. B1) A amostra PSS03 é muito mal selecionada, apresenta uma trama caótica e é imatura (grande quantidade de lama contida na trama da rocha). Na imagem é possível observar a variação granulométrica abrupta entre grãos de silte e lama (S/L), à esquerda, e grãos de areia muito fina e areia fina (AMF/AF), à direita. B2) A variação granulométrica influencia na composição dos grãos. A granulometria mais grosseira é predominantemente quartzosa, enquanto há um aumento na proporção de argilominerais nas regiões ricas em grãos de argila e silte. .... 41

Figura 18 - Classificação composicional da amostra PSS03. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 86,364%, a de feldspato alcalino (K) é de 0% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 13,636%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 74,026%, 11,688% e 14,286%, resultando em um litarenito

feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a percentagem de quartzo é de 74,026%, enquanto a de feldspato é de 11,688% e a de fragmento lítico é de 14,286%, resultando em um arenito subfeldspático lítico. ....	43
Figura 19 - Composição principal dos grãos do arcabouço da amostra PSS03. A1) As siglas QM, B, CP e P representam, respectivamente, os grãos de quartzo monocristalino, biotita, calcita poiquilotópica e plagioclásio. B) Na parte superior da imagem, a calcita poiquilotópica parcialmente dissolvida (nicóis cruzados). ....	43
Figura 20 - A1) Intraclasto lamoso (vermelho escuro) deformado por conta da compactação da rocha. O intraclasto está inserido em um arcabouço de areia muito fina e silte, sendo bastante alterado por conta da presença de óxido/hidróxido de ferro. A2) Intraclasto lamoso (Nicóis cruzados). B1) Intraclasto lamoso inserido em um arcabouço de grãos de tamanho areia fina e pontualmente areia média. Intraclastos lamosos ocorrem frequentemente nesta amostra. B2) Os grãos de muscovita, biotita e clorita são predominantemente deformados. ....	44
Figura 21 - Classificação textural da amostra PSS04. A rocha é classificada como Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. ....	45
Figura 22 - Classificações composicionais da amostra PSS04. a) Na classificação QKP, a percentagem de quartzo (Q) é igual a 71,429%, a de feldspato alcalino (K) é de 2,521% e a percentagem de plagioclásio (P) é igual a 26,050%. b) Na classificação de Folk, as percentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 62,500%, 25,000% e 12,500%, resultando em um arenito feldspático lítico. c) Por último, no diagrama de McBride, a percentagem de quartzo é de 57,823%, enquanto a de feldspato é de 23,129% e a de fragmento lítico é de 19,048%, resultando em um arenito subfeldspático lítico. ....	46
Figura 23 - Classificação textural da amostra PSS05. A rocha é classificada como um Arenito Lamoso. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. ....	48
Figura 24 - Classificações composicionais da amostra PSS05. a) Na classificação QKP, a percentagem de quartzo (Q) é igual a 72,656%, a de feldspato alcalino (K) é de 12,500% e a percentagem de plagioclásio (P) é igual a 14,844%. b) Na classificação de Folk, as percentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 60,390%, 26,623% e 12,987%, resultando em um arenito feldspático lítico. c) Por último, no diagrama de McBride a percentagem de quartzo é de 60,390%, enquanto a de feldspato é de 22,727% e a de fragmento lítico é de 16,883%, resultando em um arenito subfeldspático lítico. ....	50
Figura 25 - Classificação textural da amostra PSS06. A rocha é classificada como um Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. ....	51
Figura 26 - Classificações composicionais da amostra PSS06. a) Na classificação QKP, a percentagem de quartzo (Q) é igual a 89,865%, a de feldspato alcalino (K) é de 0,676% e a percentagem de plagioclásio (P) é igual a 9,459%. b) Na classificação de Folk, as percentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 81,595%, 9,202% e 9,202%, resultando em um sublitarenito. c) Por último, no diagrama de McBride a percentagem de	

quartzo é de 81,098%, enquanto a de feldspato é de 9,146% e a de fragmento lítico é de 9,756%, resultando em um sublitarenito. .... 53

Figura 27 - Classificação textural da amostra PSS07. A rocha é classificada como um Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. .... 54

Figura 28 - Arcabouço da amostra PSS07. A1) Litoclasto de rocha vulcânica de tamanho areia muito grossa. A2) Litoclasto de rocha vulcânica (centro) e, no lado direito, litoclasto de rocha metamórfica (nicóis cruzados). B1) A trama da rocha é predominantemente sub-paralela e com orientação caótica. B2) Além de grãos de quartzo, é comum encontrar grãos opacos na amostra (nicóis cruzados). . 55

Figura 29 - Classificações composicionais da amostra PSS07. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 84,932%, a de feldspato alcalino (K) é de 6,849% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 8,219%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 62%, 11% e 27%, resultando em um litarenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 50,407%, enquanto a de feldspato é de 8,943% e a de fragmento lítico é de 40,650%, resultando em um litarenito. .... 57

Figura 30 - A dissolução é um processo diagenético que pode ocorrer sob efeito de pressão ou até mesmo na ausência dela. A1) Dissolução de grãos do arcabouço provavelmente causada pela percolação de fluidos no material depositado, causando reações químicas entre o fluido e o material depositado. A2) A dissolução de grãos do arcabouço favorece o aumento da porosidade. 57

Figura 31 - Classificação textural da amostra PSS08. A rocha é classificada como um Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. .... 58

Figura 32 - O empacotamento da rocha depende do grau de compactação da rocha, podendo aumentar de acordo com a carga de sedimento acima, fazendo a água ser expulsa e os grãos compactarem gradativamente (e.g., TUCKER, 2001). A1) Empacotamento fechado. A2) Empacotamento aberto. .... 59

Figura 33 - Classificações composicionais da amostra PSS08. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 91,623%, a de feldspato alcalino (K) é de 1,047% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 7,330%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 81,395%, 12,093% e 6,512%, resultando em um arenito subfeldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 77,093%, enquanto a de feldspato é de 7,048% e a de fragmento lítico é de 15,859%, resultando em um sublitarenito. .... 61

Figura 34 - A1) As siglas Q, MD e GF representam, respectivamente, grãos de quartzo, muscovita deformada e grão fantasma. Formação de grãos fantasmas pela dissolução completa ou quase completa dos grãos do arcabouço, preservando apenas o sobrecrescimento de cutículas de óxido/hidróxido de ferro. A2) Deformação de grão de muscovita (grão com cor de interferência de segunda ordem), a qual ocorre antes da dissolução dos grãos fantasmas. .... 62

Figura 35 - Classificação textural da amostra PSS09. A rocha é classificada como um arenito levemente conglomerático. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. .... 63

Figura 36 - Composição do arcabouço da amostra PSS09. A1) As siglas QP, QM, FRM e MAC representam, respectivamente, grãos de quartzo policristalino,

quartzo monocristalino, fragmento de rocha metamórfica e minerais acessórios. Os números 1 e 2 representam, respectivamente, óxido/hidróxido de ferro e porosidade. A2) Composição da rocha em nicóis cruzados B1) A sigla KFM representa o feldspato alcalino microclínio, e GF representa um grão fantasma. B2) Grão de microclínio em nicóis cruzados. ....	65
Figura 37 - Classificações composicionais da amostra PSS09. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 85,393%, a de feldspato alcalino (K) é de 3,933% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 10,674%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 70,370%, 18,056% e 11,574%, resultando em um arenito feldspático lítico. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 69,091%, enquanto a de feldspato é de 11,818% e a de fragmento lítico é de 19,091%, resultando em um arenito subfeldspático lítico. ....	66
Figura 38: Composição principal dos grãos do arcabouço da amostra PSS09. Em A1) e B1), as siglas QM, QP, FRO e GF representam respectivamente, os grãos de quartzo monocristalino, quartzo policristalino, fragmento de rocha oxidada e grão fantasma. Os números 1, 2 e 3 representam respectivamente cutícula de óxido/hidróxido de ferro, porosidade e dissolução. B2) Calcita poiquilótica parcialmente dissolvida. ....	66
Figura 39 - A1) O grão de quartzo monocristalino (QM) está pressionando o grão de plagioclásio (P) e deformando-o. Na porção inferior, o grão de plagioclásio está sendo dissolvido por pressão, aumentando a porosidade da rocha e formando óxido/hidróxido de ferro (3). ....	67
Figura 40 - Composição principal dos grãos do arcabouço da amostra PSS09. Em A1) e B1), as siglas QM, QP, FR, FRV, MD, B e MC representam respectivamente, os grãos de quartzo monocristalino, quartzo policristalino, fragmento de rocha, fragmento de rocha vulcânica, muscovita deformada, biotita e muscovita cloritizada. A2) Muscovita com dupla deformação, na parte inferior direita. Na parte superior esquerda, litoclasto de rocha vulcânica com plagioclásios alongados. B2) Grão de muscovita cloritizado deformando grão de biotita, que está sendo parcialmente dissolvido. ....	67
Figura 41 - Classificação composicional das amostras em relação a quartzo monocristalino (Qm), plagioclásio (P) e K-feldspato (k). ....	68
Figura 42 - Classificação composicional de Folk et al. (1970) para arenitos. As amostras PSS04, PSS05 e PSS09 são classificadas como arenito feldspático lítico; as amostras PSS01 e PSS02 são classificadas como arenito feldspático; as amostras PSS03 e PSS07 são classificadas como litarenito feldspático; a amostra PSS06 é classificada como sublitarenito e, por último, a amostra PSS08 é classificada como um subfeldsarenito. ....	69
Figura 43 - Classificação textural de Folk et al. (1970). As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8. ....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de distribuição granulométrica das amostras. ....	32
Tabela 2 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS01. A porcentagem de quartzo monocristalino (42,67%) é muito maior do que a dos demais elementos. Proporcionalmente, a quantidade de grãos de quartzo policristalino (17,67%) é semelhante a de plagioclásio (15,67%).....	34
Tabela 3 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS02. Predominância de grãos de quartzo monocristalino, policristalino e plagioclásio.....	37
Tabela 4 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS03. A quantidade de matriz detrítica na rocha é de 37,33%, evidenciando a imaturidade da rocha. A composição principal dos grãos do arcabouço é a de quartzo monocristalino oxidado (14,67%). Em relação as demais amostras, esta é a que apresenta a maior porcentagem de minerais do grupo dos filossilicatos, com 10,33% de muscovita, 7,33% de biotita e 5,33% de clorita. ....	42
Tabela 5 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS04. Os grãos de quartzo policristalino (28,33%) e de quartzo monocristalino (25,33%) ocorrem em maior frequência na amostra. Trata-se de uma rocha madura, com pouca lama inserida na trama do arcabouço.....	46
Tabela 6 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS05. A calcita poiquilotópica (7%) ocorre com frequência nesta amostra. Os grãos de quartzo monocristalino (28%) voltam a ser mais frequentes do que os de quartzo policristalino (22,33%). A porosidade da rocha ocorre em três maneiras distintas: poro intergranular, intragranular e de canal.....	49
Tabela 7 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS06. Grãos de biotita (13%) e de muscovita (10,33%) são abundantes nesta amostra. É comum encontrar grãos do arcabouço que contenham sobrecrescimento de quartzo nesta amostra.....	52
Tabela 8 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS07. A porosidade da rocha ocorre predominantemente de duas maneiras: poro intergranular e poro de fratura de grão. O poro intergranular é ampliado principalmente pela dissolução de litoclastos de rocha metamórfica. ....	56
Tabela 9 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS08. Subindo na estratigrafia, há uma diminuição na porcentagem de plagioclásio, e um aumento na quantidade de fragmento de rocha, em especial, rocha metamórfica.....	60
Tabela 10 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS09. ....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro de coordenadas dos pontos onde foram coletadas amostras para contagem modal em laboratório.....	32
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1 - Óxido/hidróxido de ferro

2 - Porosidade

3 - Dissolução

A - Arenito

Ac - Arenito conglomerático

A(c) - Arenito levemente conglomerático

AF - Areia fina

Al - Arenito lamoso

Alc - Arenito lamoso conglomerático

Al(c) - Arenito lamoso levemente conglomerático

AMF - Areia muito fina

B - Biotita

C - Conglomerado

Ca - Conglomerado arenoso

Cal - Conglomerado arenoso lamoso

°C - grau Célsius

Cm - Centímetro.

CP - Calcita poiquilotópica

ESrg - Escudo Sul-rio-grandense

FRM - Fragmento de rocha metamórfica

FR/FRO - Fragmento de rocha

FRV - Fragmento de rocha vulcânica

Ga - Bilhões de anos

GF - Grão fantasma

GPS - Global Positioning System

K - Feldspato alcalino

KFM - Feldspato alcalino microclínio

Km - Quilômetros

L - Lamito/Lama

La - Lamito arenoso

Lc - Lamito conglomerático

L(c) - Lamito levemente conglomerático

Ma - Milhões de anos

MAC - Mineral acessório

MC - Muscovita cloritizada

MD - Muscovita deformada

N - Norte

P - Plagioclásio

Pp - índice de proximidade

PSS - Projeto Serra do Segredo

Q - Quartzo

QM - Quartzo Monocristalino

QP - Quartzo Policristalino

S - Silte

SIRGAS 2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas no ano 2000

WGS 84 - World Geodetic System 1984

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2.1 Objetivo Geral .....	18
2.2 Objetivos Específicos .....	18
3. GEOLOGIA REGIONAL .....	18
3.1 O Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental .....	20
3.1.1 Formação Estância Santa Fé .....	20
3.1.2 Formação Seival .....	22
3.1.3 Formação Serra dos Lanceiros.....	22
3.1.4 Formação Arroio Umbu.....	23
3.1.5 Formação Serra do Segredo .....	23
4. ÁREA DE ESTUDO .....	24
5. MATERIAIS E MÉTODOS .....	25
6. RESULTADOS .....	30
6.1 Amostra PSS01:.....	30
6.2 Amostra PSS02:.....	33
6.3 Amostra PSS03:.....	38
6.4 Amostra PSS04:.....	44
6.5 Amostra PSS05:.....	47
6.6 Amostra PSS06:.....	50
6.7 Amostra PSS07:.....	53
6.8 Amostra PSS08:.....	57
6.9 Amostra PSS09:.....	61
7. DISCUSSÕES .....	68
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
9. REFERÊNCIAS .....	73

## 1. INTRODUÇÃO

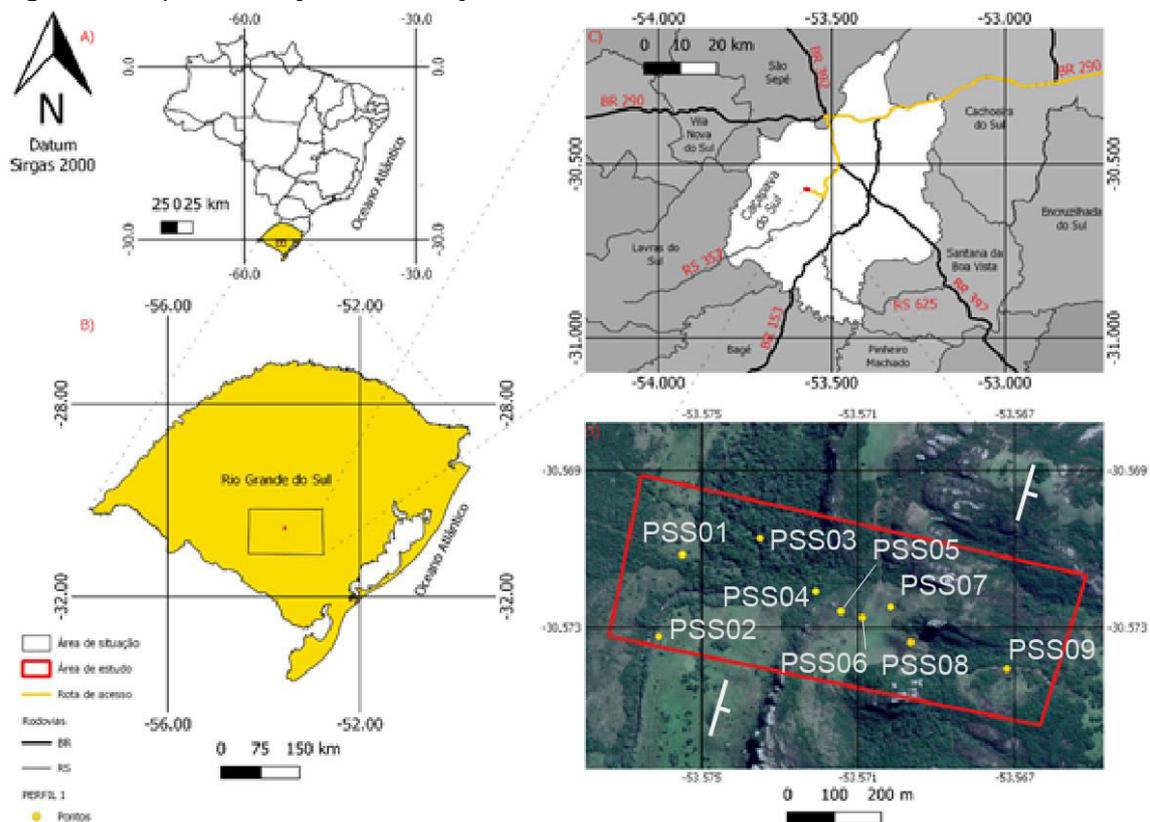
As rochas sedimentares correspondem a cerca de 70% das rochas da superfície terrestre (e.g., TUCKER, 2001), sendo subdivididas em rochas siliciclásticas (argilitos, arenitos, brechas e conglomerados); rochas químicas (evaporitos e *ironstones*); biogênicas, bioquímicas e orgânicas (rochas carbonáticas, depósitos fosfáticos, carvão e chert); e vulcanogênicas (constituídas por fragmentos de rochas, cristais e vidro erodidos de edifícios vulcânicos). Os sedimentos se depositam em toda gama de ambientes naturais atuais e contribuem para o entendimento dos ambientes antigos (e.g., TUCKER, 2001). As rochas expostas na superfície da Terra podem sofrer intemperismo e erosão, produzindo sedimentos que são transportados pelo vento, água, gelo ou pela gravidade (e.g., TUCKER, 2001). Quando os sedimentos são transportados para regiões localizadas abaixo do nível de base, ocorre a deposição e soterramento. Ao passo que o soterramento ocorre, os processos diagenéticos provocam a compactação, cimentação, recristalização e outras modificações dos sedimentos originais, dando origem às rochas sedimentares siliciclásticas. Essas rochas são muitas vezes referidas como terrígenas ou clásticas (e.g., TUCKER, 2001).

Diversos são os motivos pelos quais se estudam as rochas sedimentares, como por exemplo a exploração de recursos energéticos, a compreensão da história geológica da Terra, entre outros (e.g., TUCKER, 2001). Um exemplo disso são os combustíveis fósseis (óleo e gás), que são derivados da maturação da matéria orgânica nos sedimentos, aos quais migram e ficam retidos em um reservatório, que geralmente é uma rocha sedimentar (e.g., TUCKER, 2001). Além disso, a partir do estudo das rochas sedimentares, é possível deduzir os paleoambientes, processos de deposição, paleogeografia e paleoclimatologia (e.g., TUCKER, 2001). A evolução da vida na Terra está registrada nas rochas sedimentares. Os fósseis são os principais meios de correlação estratigráfica no Fanerozoico (e.g., TUCKER, 2001).

A Formação Serra do Segredo está localizada na porção centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul. Essa unidade litoestratigráfica corresponde ao topo do Grupo Santa Bárbara, Supergrupo Camaquã (e.g., ALMEIDA, 2005). A Formação Serra do Segredo é constituída por conglomerados, arenitos e lamitos

depositados em ambiente aluvial (e.g., FAMBRINI *et al.*, 2005). Diversos autores, tais como Fambrini, Almeida e Fragoso-César (2006), Borba e Mizusaki (2003), estudaram as rochas do Grupo Santa Bárbara, assim como a Formação Serra do Segredo. A maioria desses trabalhos são de cunho regional, havendo poucos trabalhos de detalhe. O presente trabalho apresenta o estudo da composição dos arenitos da Formação Serra do Segredo. Esse trabalho está baseado em ferramentas de sensoriamento remoto, mapeamento, petrologia sedimentar e estatística. A área de estudo está localizada na região centro-sul do estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1).

Figura 1 - Mapa de situação e localização da área de estudo.



Fonte: CPRM e Google Earth Pro.

## 2. OBJETIVOS

Os objetivos gerais e específicos do presente trabalho estão descritos abaixo.

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é quantificar a composição detrítica dos arenitos da Formação Serra do Segredo na área de estudo.

### 2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

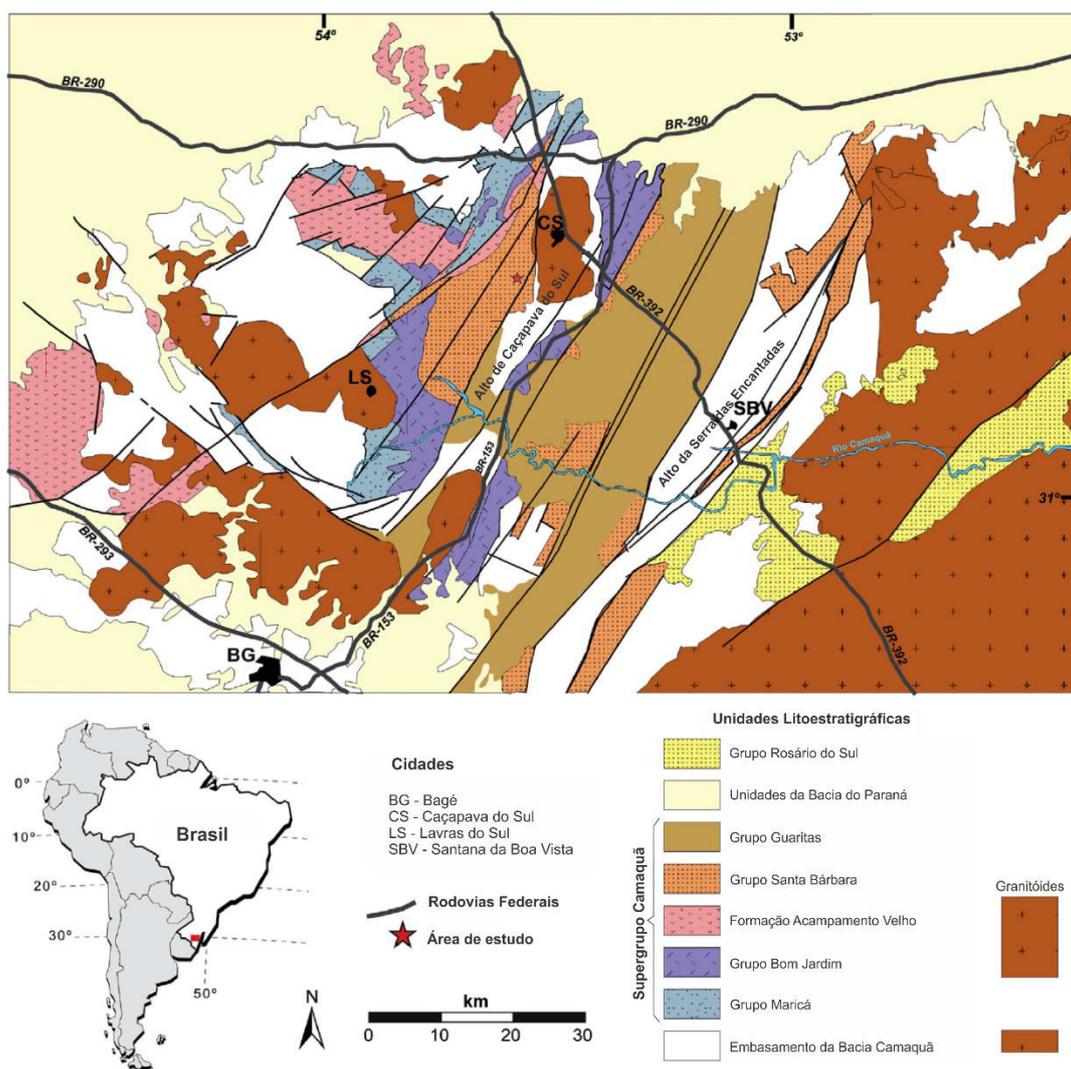
- Avaliar a maturidade textural dos arenitos por meio da avaliação da proporção entre matriz e arcabouço, seleção da rocha e forma dos grãos;
- Comparar a composição detrítica e a maturidade textural dos arenitos em amostras coletadas ao longo de um perfil;
- Discutir sobre as possíveis rochas fonte dos sedimentos e sua mudança durante a deposição.

## 3. GEOLOGIA REGIONAL

A área de estudos está inserida no domínio da Bacia do Camaquã (Supergrupo Camaquã; Fig. 2). A Bacia do Camaquã corresponde ao registro sedimentar de idade neoproterozoica a eopaleozoica preservado no Escudo Sul-riograndense (ESrg), depositado entre 600 Ma e 535 Ma (e.g., BORBA, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2012; JANIQUIAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O Supergrupo Camaquã aflora em três sub-bacias, denominadas de Camaquã Ocidental, Central e Oriental (ALMEIDA, 2005). Essas bacias estão separadas pelo Alto de Caçapava do Sul, a oeste, e pela Serra das Encantadas, a leste. O Grupo Santa Bárbara apresenta exposições em todas sub-bacias. A Formação Serra do Segredo, localiza-se na Sub-Bacia Camaquã Ocidental (ALMEIDA, 2005).

Figura 2 - Mapa geológico da região de ocorrência do Supergrupo Camaquã.



Fonte: modificado de Almeida (2005).

A Sub-Bacia Camaquã Ocidental está preservada sobre as rochas do embasamento ígneo e metamórfico do Terreno Rio Vacacaí (Toniano e Criogeniano; ALMEIDA, 2005). Essa sub-bacia é separada da Sub-Bacia Camaquã Central, a leste, pelo Alto de Caçapava do Sul. Na borda oeste, a Sub-Bacia Camaquã Ocidental está preservada sobre rochas gnáissicas, metaultramáficas, metavulcânicas e metassedimentares (ALMEIDA, 2005).

### **3.1 O Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental**

A área tipo do Grupo Santa Bárbara ocorre nas regiões das serras de Santa Bárbara, Lanceiros e Segredo e dos arroios Seival, Lanceiros e Santa Bárbara, a oeste da sede do município de Caçapava do Sul (e.g., FRAGOSO-CESAR, 1991; ALMEIDA, 2005; GODINHO *et al.*, 2013). A espessura do Grupo Santa Bárbara é de cerca de 4 km (Fig. 3), incluindo conglomerados e brechas, arenitos e, subordinadamente, lamitos, depositados em sistemas aluvial a marinho raso (ALMEIDA *et al.*, 2005).

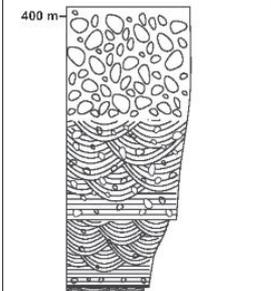
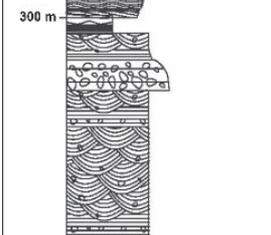
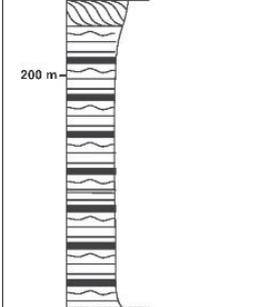
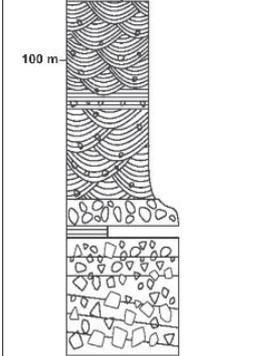
O Grupo Santa Bárbara é composto por cinco unidades litoestratigráficas, as Formações Estância Santa Fé, Seival, Lanceiros, Umbu e Serra do Segredo (ALMEIDA, 2005). O Grupo Santa Bárbara possui contatos predominantemente tectônicos com as unidades inferiores (Formação Acampamento Velho) e possui apenas localmente contatos erosivos com os andesitos do Grupo Bom Jardim e com as rochas vulcânicas ácidas da Formação Acampamento Velho (na borda oeste). No extremo sudeste da área, o Grupo Santa Bárbara possui justaposição tectônica com arenitos eólicos do Grupo Guaritas que recobrem o Alto de Caçapava do Sul (ALMEIDA, 2005).

#### **3.1.1 Formação Estância Santa Fé**

A Formação Estância Santa Fé (Fig. 3) é composta por conglomerados e arenitos, e em menor quantidade, siltitos e arenitos finos depositados em sistema aluvial (ALMEIDA, 2005). A porção inferior desta formação possui cerca de 400 metros de espessura de conglomerados com estratificação plano-paralela dispostos em camadas tabulares, associados a conglomerados com estratificação cruzada tabular. Além dos conglomerados, ocorrem raras intercalações métricas de siltitos e arenitos finos (ALMEIDA, 2005). Na porção superior, com mais de 700 metros de espessura, ocorrem conglomerados estratificados com granodecrescência ascendente, com raras formas de leito canalizadas, passando a arenitos grossos no topo. Esses arenitos apresentam abundantes estratificações cruzadas acanaladas e frequentes lentes de

ortoconglomerados, sendo interpretados como depósitos de planícies de rios entrelaçados efêmeros (ALMEIDA, 2005).

Figura 3 - Coluna estratigráfica esquemática do Grupo Santa Bárbara. Da base para o topo, ocorrem as formações Estância Santa Fé, Seival, Serra dos Lanceiros, Arroio Umbu e Serra do Segredo (ALMEIDA *et al.*, 2005).

	<b>Litoestratigrafia</b>	<b>Sistemas deposicionais</b>
	Formação Pedra Pintada do Segredo	<p>Sistemas de leques aluviais</p> <p>Sistemas fluviais entrelaçados</p>
	Formação Arroio Umbu	Sist. fluviais efêmeros distais leques aluviais
	Formação Serra dos Lanceiros	Sistemas fluviais entrelaçados
	Formação Estância Santa Fé	<p>Sistemas fluviais efêmeros distais</p> <p>Sistemas de leques aluviais</p>

Fonte: extraído e modificado de Almeida *et al.*, (2005).

### 3.1.2 Formação Seival

A Formação Seival (Fig. 3) possui cerca de 1.000 metros de espessura. Essa unidade é composta por arenitos finos a médios, micáceos, com camadas que variam de espessura decimétrica a métrica, intercalando com siltitos e argilitos com gretas de contração e lamitos arenosos. O contato com a Formação Estância Santa Fé é gradacional e ocorre com cerca de poucos metros de espessura (ALMEIDA, 2005).

Segundo Almeida (2005), os arenitos e siltitos inferiores afloram no Vale do Seival, nas escarpas da Serra do Seival e no Vale do Arroio Santa Bárbara, tendo sido designados por Carvalho (1932) como “arenito com palhetas de micas brilhantes na costa do Seival”. Siltitos arenosos e arenitos finos com frequentes laminações cruzadas cavalgantes (*climbing ripples*) e acamamento heterolítico estão dispostos na porção inferior da Formação Seival. Essas unidades são interpretadas como depósitos lacustres (PAIM, 1994).

Ciclos métricos de granodecrescência ascendente ocorrem sobrepostos partindo de arenitos finos a médios para intercalações rítmicas de arenitos com laminação plano-paralela ou cruzada cavalgante e marcas onduladas (ALMEIDA, 2005). Nesses níveis, ocorrem argilitos com gretas de contração de até 15 cm de espessura (ALMEIDA, 2005). Os arenitos médios e finos apresentam estrutura maciça ou estratificação cruzada, enquanto as intercalações rítmicas são expressas como depósitos distais de sistemas fluviais efêmeros (ALMEIDA, 2005). Os ciclos granocrescentes métricos compõem um ciclo granocrescente maior, sendo que o topo da Formação Seival é dominado por arenitos finos a médios com estratificação cruzada acanalada ou laminação plano-paralela e abundantes intra-clastos de argila (ALMEIDA, 2005).

### 3.1.3 Formação Serra dos Lanceiros

A Formação Serra dos Lanceiros (Fig. 3) possui cerca de 500 metros de espessura e recobre a Formação Seival em contato gradacional. Ocorrem arenitos com estratificação cruzada acanalada depositados em sistemas fluviais entrelaçados efêmeros dominados por carga de fundo (ALMEIDA, 2005).

### 3.1.4 Formação Arroio Umbu

A Formação Arroio Umbu (Fig. 3) possui aproximadamente 150 metros de espessura e é composta por intercalações entre arenitos finos e siltitos arenosos, havendo níveis com gretas de contração (ALMEIDA, 2005). O contato entre a Formação Arroio Umbu e a Formação Serra do Lanceiros é abrupto. A Formação Arroio Umbu é sobreposta pela Formação Serra do Segredo de forma gradacional (ALMEIDA, 2005).

### 3.1.5 Formação Serra do Segredo

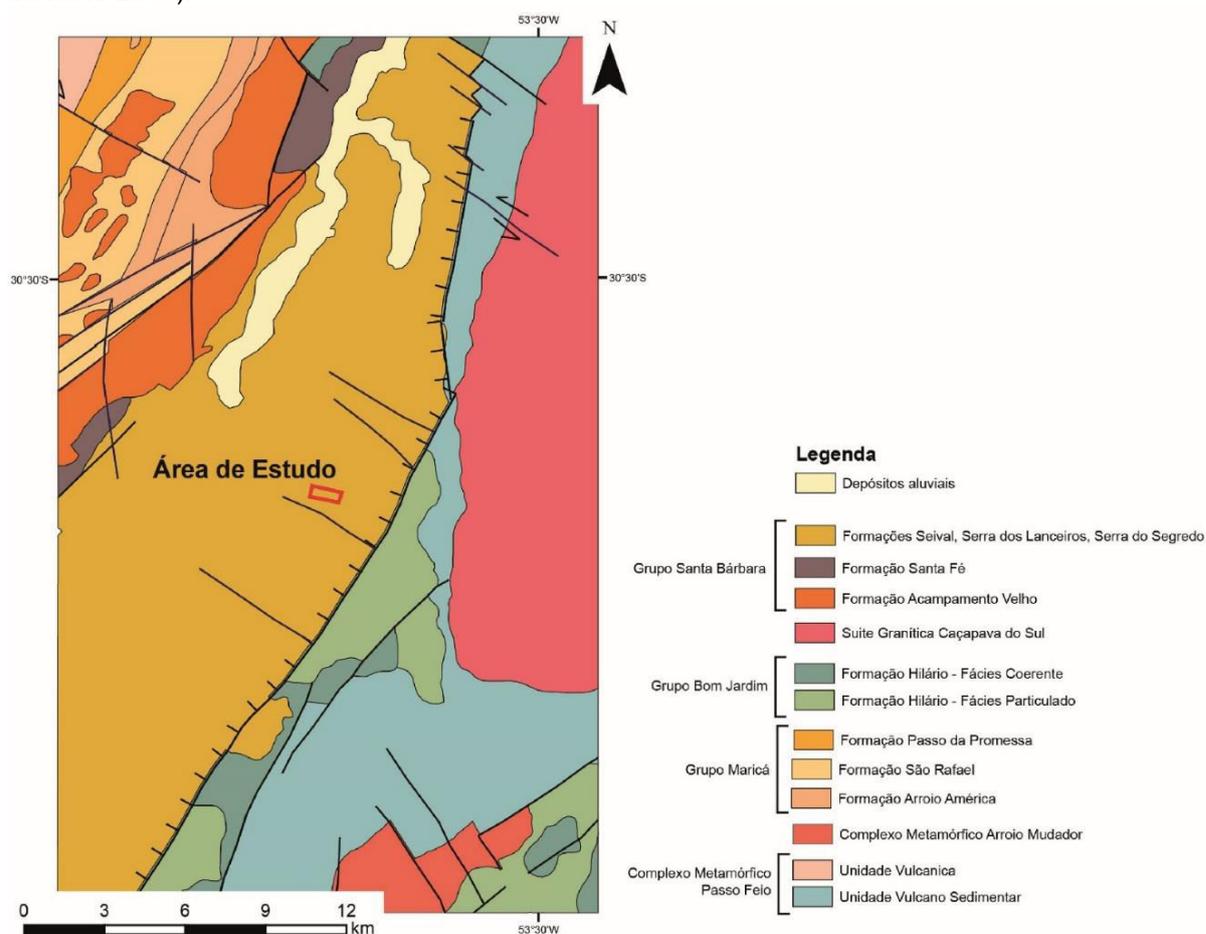
A Formação Serra do Segredo (Fig. 3) possui cerca de 900 metros de espessura e é composta por ortoconglomerados, paraconglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos – que podem conter laminações ou intraclastos lamosos (e.g., FAMBRINI *et al.*, 2005). A deposição ocorreu em sistemas fluviais entrelaçados conglomeráticos. Na base da seção ocorrem arenitos com estratificação cruzada acanalada e estratificação tangencial de baixo ângulo, que são progressivamente sucedidos por conglomerados que podem conter grãos tamanho bloco e matacão (ALMEIDA, 2005).

Os conglomerados e arenitos conglomeráticos que compõem a Formação Pedra do Segredo possuem empacotamento apertado. Os clastos variam de angulosos a arredondados (e.g., FAMBRINI *et al.*, 2005). Os cascalhos incluídos nos conglomerados e arenitos conglomeráticos dessa unidade são compostos por fragmentos de granitóides, riolito, andesito, xisto verde e anfibolitos, em geral de tamanho bloco (BORBA, 2006; BORBA *et al.*, 2016). A cimentação é principalmente de calcita e os óxidos de ferro, com ocorrência local de cimento silicoso (ALMEIDA, 2005; BORBA *et al.*, 2016). A porção superior do Grupo Santa Bárbara foi submetida a temperaturas de aproximadamente 120°C, baseados em dados de termocronologia de traços de fissão em apatita (BORBA *et al.*, 2016).

#### 4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Fig. 4) está localizada no município de Caçapava do Sul-RS, na Região da Serra do Segredo. O acesso à região, tomando como ponto de partida a cidade de Porto Alegre-RS, deve ser feito através da BR-290, também conhecida como Rodovia Osvaldo Aranha. A distância entre a cidade de origem e a cidade de destino é de aproximadamente 260 Km, com um tempo de percurso de aproximadamente 3h e 30min de automóvel e 4h e 30min de transporte coletivo. O acesso a área de estudo, a partir da cidade de Caçapava do Sul é realizado pela RS-357 percorrendo cerca de 7,7 km até a entrada à oeste, na Fazenda da Pedra Furada, próximo a Coxilha São José.

Figura 4 - Mapa geológico da área de estudo (Sistema de referência Geográfica, DATUM SIRGAS 2000).



Fonte: adaptado de Wildner *et al.*, (2006).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

A composição do arcabouço dos arenitos da Formação Serra do Segredo foi determinada utilizando petrografia de lâminas delgadas ao microscópio ótico petrográfico de luz transmitida. Os grãos, matriz, poro e o cimento foram determinados qualitativamente e quantificados utilizando contagem modal, conforme detalhado a seguir.

As amostras foram coletadas em campo e as lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Mineralogia e Petrografia da Universidade Federal do Pampa. Os equipamentos básicos utilizados em campo (Fig. 5) foram o martelo petrográfico, a lupa de mão, bússola tipo *Brunton*, GPS *Garmin 62 Map* e mapa para auxílio durante o campo.

Em laboratório, a quantificação da composição dos grãos do arcabouço foi realizada a partir da contagem modal de 300 pontos em 9 lâminas petrográficas. Os grãos que compõem o arcabouço, a matriz e os diferentes tipos de cimento e poros que compõem a trama da rocha foram quantificados.

Para análise e descrição microscópica, assim como para a contagem modal, foi utilizado microscópio petrográfico da marca *Zeiss* modelo *Axio Lab.al* com *charriot* acoplado (Fig. 6). O *charriot* foi utilizado como ferramenta de auxílio para o controle da distância entre os pontos. A distância entre pontos foi definida de forma a ser maior do que o diâmetro do maior grão presente no arcabouço, para evitar que um mesmo grão seja repetido na contagem modal (DE ROS *et al.*, 2007).

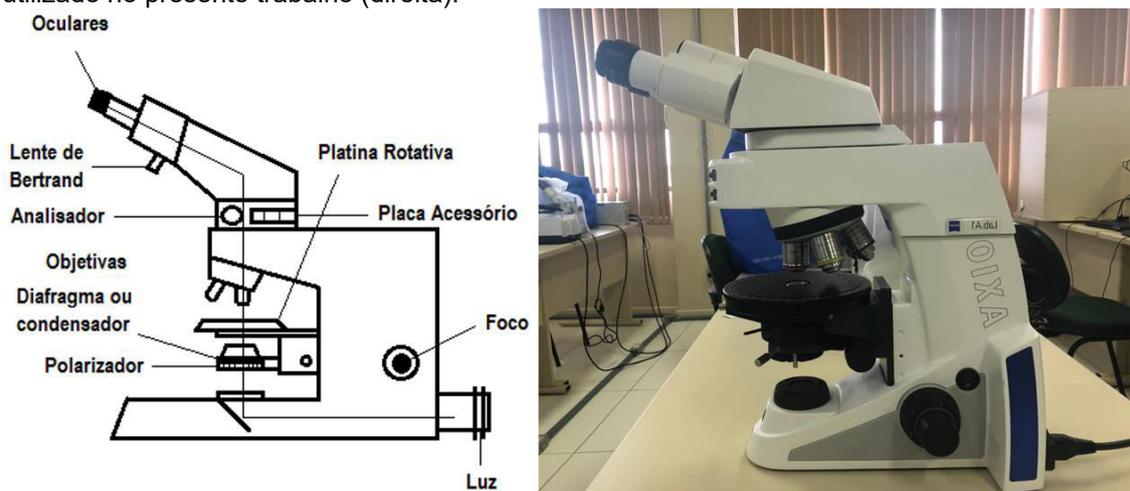
O *software Petroledge*<sup>®</sup> foi utilizado para o registro e classificação dos componentes da lâmina petrográfica, assim como na construção do banco de dados e na geração de planilhas, conforme De Ros *et al.* (2007).

Figura 5 - Equipamentos utilizados na etapa de campo. A) Lupa de mão, para análise petrográfica macroscópica; B) Bússola tipo *Brunton*, para coleta de dados estruturais e de paleocorrentes, e C) martelo petrográfico para coleta de amostras de campo.



Fonte: autor.

Figura 6 - Representação ilustrada de um microscópio petrográfico (esquerda) e o microscópio utilizado no presente trabalho (direita).



Fonte: autor.

O roteiro de descrição de arenitos e conglomerados (TUCKER, 2001) é um guia que auxilia a descrição petrográfica, no sentido de abranger todas as características das rochas em análise, tanto macroscopicamente quanto microscopicamente. O roteiro utilizado foi adaptado de Tucker (2001) e segue as seguintes etapas:

(I) Descrição Microscópica:

A) Textura:

- 1) Proporção de arcabouço, matriz, cimento e poros, caso todos estejam presentes na rocha.
- 2) Granulometria do arcabouço:
  - Tamanho modal das partículas (deve-se medir o retículo em cruz para medir os limites de maior comprimento de grão);
  - Distribuição (%) de cada intervalo de classe.
- 3) Forma dos grãos do arcabouço: arredondamento e esfericidade.
- 4) Grau de seleção da rocha (Fig. 7): definir se a rocha é bem selecionada, moderadamente selecionada ou mal selecionada.

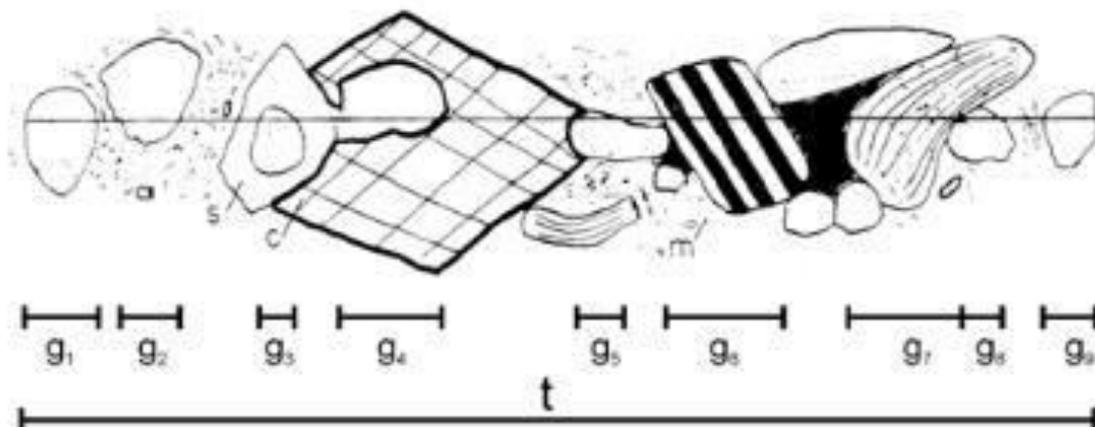
Figura 7 - Ilustração do grau de seleção de rochas sedimentares clásticas. Tal determinação pode ser feita através de estimativa visual ou por uma análise precisa da granulometria.



Fonte: modificado de Nichols (2009).

- 5) Trama da Rocha: o empacotamento (Fig. 8) pode ser muito bem selecionado, bem selecionado, moderadamente bem selecionado, moderadamente selecionado, mal selecionado e muito mal selecionado; suporte da trama (se a rocha é suportada pelo arcabouço ou pela matriz); orientação dos grãos (averiguar se os grãos se encontram dispostos em uma direção preferencial ou aleatoriamente).

Figura 8 - Índice de proximidade de Kahn (Pp) para quantificação do empacotamento. Para quantificar o índice, deve-se utilizar a seguinte fórmula:  $Pp = \Sigma g/t$ .



Fonte: extraído de Kahn, (1956).

- 6) Natureza dos contatos entre os grãos (podem ser flutuantes, pontuais, alongados, côncavo-convexo e suturados).
- B) Composição dos grãos do arcabouço: determinar os tipos de grãos do arcabouço e a proporção relativa de quartzo, feldspatos, fragmentos líticos e minerais acessórios, utilizando a Classificação de Arenitos (PETTIJOHN *et al.*, 1987).
- C) Matriz: determinar se a matriz é de origem detrítica; a matriz pode se formar pela alteração e compactação de grãos moles (pseudo-matriz).
- D) Compactação: buscar evidências de contatos côncavo-convexos e suturados entre os grãos, fragmentos de micas e/ou bioclastos dobrados/quebrados.
- E) Cimentação: identificar os cimentos, nos quais podem ser formados por quartzo, calcita, dolomita, argilominerais; e verificar se o cimento preenche poros, apresenta sobrecrecimentos, etc.
- F) Substituição/Dissolução de grãos: um exemplo disso, são os grãos de feldspato que tendem a ser substituídos por calcita ou argilominerais como a caulinita e a illita. Quanto à dissolução, ela pode ser parcial ou completa: deve-se analisar poros maiores do que o normal, onde grãos inteiros possam ter sido dissolvidos.
- G) Porosidade: se presente, deve-se determinar a origem e o tipo (intergranular, por dissolução, fratura, etc.)
- H) Classificação Petrográfica: deve-se utilizar a Classificação de Arenitos (FOLK *et al.*, 1970).
- (II) Interpretações Genéticas:
- 1) Ambiente deposicional: Pode ser determinado com base na textura e na composição; e em qualquer informação disponível, como a estrutura sedimentar e fósseis observados em amostras de mão ou no campo.
  - 2) Diagênese: determinar a natureza e a ordem dos eventos diagenéticos, se são eventos próximos da superfície (pré-compactação) ou após o soterramento (pós-compactação) com base nas evidências texturais; sugerir a evolução dos fluídos nos

poros e a criação de porosidade no contexto da história de soterramento.

## **6. RESULTADOS**

Em campo, foram visitados 9 afloramentos rochosos da Formação Serra do Segredo, ao longo de um perfil, no qual a amostra PSS01 ocorre na base da seção estratigráfica e a amostra PSS09 ocorre no topo (Fig. 9). A partir das 9 amostras de rocha coletadas em campo (Quadro 1), foram confeccionadas 9 lâminas delgadas para análise petrográfica e quantificação composicional das rochas da Formação Serra do Segredo. O resultado da contagem modal, assim como a variação composicional e textural para cada amostra analisada, é mostrado nos itens 6.1 à 6.9.

### **6.1 Amostra PSS01:**

A amostra PSS01 contém 93% de arcabouço, 5,33% de cimento e 1,667% de matriz. A quantidade de pseudo-matriz é rara na amostra. O menor tamanho de grão na amostra possui cerca de 0,05mm (silte grosso) e o maior possui cerca de 0,7mm (areia grossa). O arcabouço é composto por cerca de 55% de grãos de areia muito fina, 27% de areia fina, 15% de areia média e 3% de silte (Fig. 10).

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-angulares e, em sua maioria, apresentam baixa esfericidade. A rocha é moderadamente selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 78%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (42,5%), pontuais (35%), côncavo-convexos (17,5%) e flutuantes (5%). Pela baixa quantidade de matriz e pela seleção da rocha, trata-se de um arenito maduro.

A distribuição granulométrica e textural das amostras mostra um aumento na granulometria na medida em que se sobe na estratigrafia. A variação textural é evidenciada na tabela 1.

Figura 9 – Painel oblíquo, construído de forma ortogonal ao acamamento sedimentar, mostrando ortofotomosaico da área de estudo e a localização das amostras coletadas em campo.



Fonte: Ortofotomosaico (Guadagnin, 2017).

Tabela 1 - Tabela de distribuição granulométrica das amostras.

Amostra/Granulometria	Argila	Silte	AMF	AF	A. Méd.	A. Grossa	A. M. Grossa	Outros
PSS01	.	3%	55%	27%	15%	.	.	.
PSS02	.	.	15%	42%	28%	.	.	5%
PSS03	42%	38%	9%	8%	3%	.	.	.
PSS04	.	5%	28%	44%	23%	.	.	.
PSS05	.	.	41%	33%	19%	7%	.	.
PSS06	.	.	15%	32%	28%	21%	.	4%
PSS07	.	.	5%	21%	37%	28%	9%	.
PSS08	.	.	5%	33%	27%	20%	13%	2%
PSS09	.	.	.	11%	46%	38%	4%	1%

Fonte: autor.

Quadro 1 - Quadro de coordenadas dos pontos onde foram coletadas amostras para contagem modal em laboratório.

Pontos	GPS		
	x	y	z (m)
PSS01	22J 253047	6615131	184
PSS02	22J 253001	6614928	161
PSS03	22J 253212	6615175	146
PSS04	22J 253335	6615047	224
PSS05	22J 253390	6614999	266
PSS06	22J 253436	6614985	278
PSS07	22J 253497	6615013	286
PSS08	22J 253542	6614926	279
PSS09	22J 253749	6614865	288
<b>DATUM: WGS 84</b>			

Fonte: autor.

Os grãos do arcabouço são compostos por 47% de quartzo monocristalino, 19% de quartzo policristalino e 17% plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 2. A rocha da amostra PSS01 é classificada como um arenito feldspático (Fig. 11b).

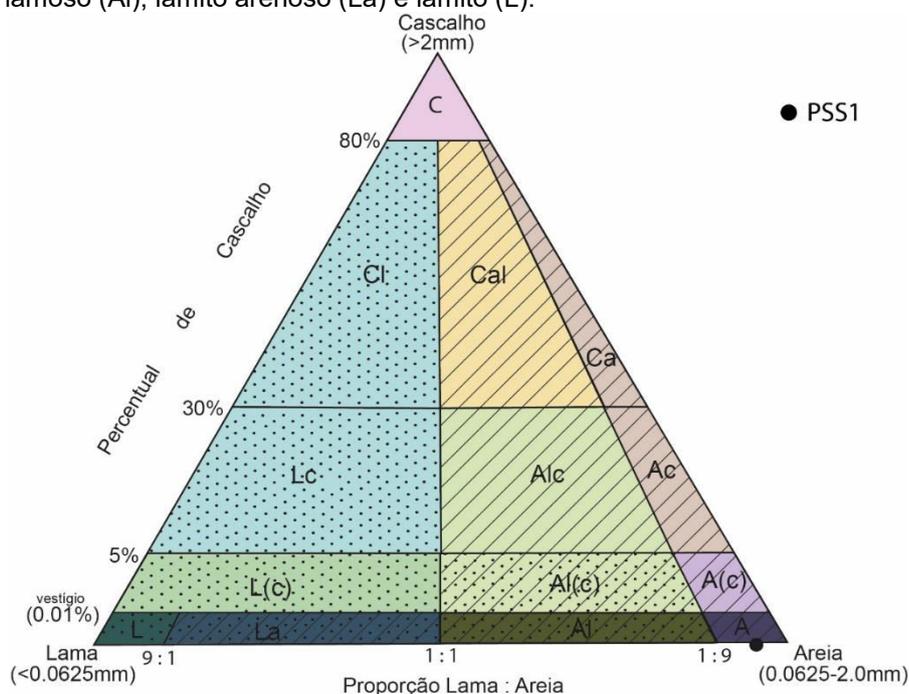
Dentre os elementos diagenéticos, cutículas de óxidos/hidróxido de ferro totalizam 3,7% da amostra e sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo totalizam 1,7%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções

ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos. A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é intergranular e ampliada por dissolução, totalizando 1,3% da amostra.

## 6.2 Amostra PSS02:

A amostra PSS02 contém 82,667% de arcabouço, 6% de cimento e 4,667% de matriz. O menor tamanho de grão presente na amostra apresenta cerca de 0,04mm (silte grosso) e o maior possui cerca de 1,27mm (areia muito grossa). O arcabouço é composto por cerca de 42% de grãos de areia fina, 28% de areia média, 15% de areia muito fina, 10% de areia grossa e 5% pelos demais constituintes (silte e areia muito grossa; Fig. 12).

Figura 10 - Classificação textural da amostra PSS01. A rocha é classificada como Arenito. As abreviaturas da figura são: conglomerado (C), conglomerado arenoso (Ca), conglomerado arenoso lamoso (Cal), conglomerado lamoso (Cl), arenito conglomerático (Ac), arenito lamoso conglomeráticos (Alc), lamito conglomerático (Lc), arenito levemente conglomerático (A(c)), arenito lamoso levemente conglomerático (Al(c)), lamito levemente conglomerático (L(c)), arenito (A), arenito lamoso (Al), lamito arenoso (La) e lamito (L).



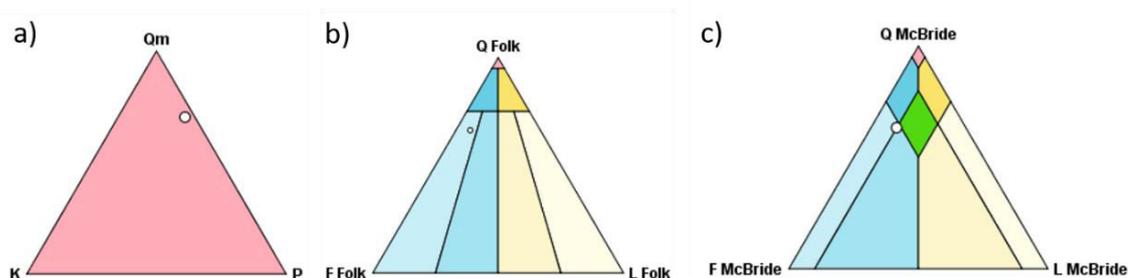
Fonte: extraído e modificado de FOLK *et al.*, (1970).

Tabela 2 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS01. A porcentagem de quartzo monocristalino (42,67%) é muito maior do que a dos demais elementos. Proporcionalmente, a quantidade de grãos de quartzo policristalino (17,67%) é semelhante a de plagioclásio (15,67%).

Nº	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monominerálico - Oxidado	1,00	Raro
2	Clorita detrítica - Como grão monominerálico - Dissolvido	1,33	Raro
3	Fragmento de rocha indiferenciado - -	3,00	Comum
4	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	3,67	Comum
5	Matriz detrítica - Como sedimento interno -	1,67	Raro
6	Microclínio detrítico - Como grão monominerálico -	1,00	Raro
7	Muscovita - Como grão monominerálico -	1,67	Comum
8	Opaco - Como grão monominerálico - Alterado	2,67	Comum
9	Plagioclásio detrítico - Como grão monominerálico - Alterado	15,67	Abundante
10	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monominerálico -	42,67	Abundante
11	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica -	17,67	Abundante
12	Sanidina detrítica - Como grão monominerálico -	1,33	Raro
13	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Cobrindo <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monominerálico	1,67	Comum
14	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Intergranular cobertura de grão contínua - - -	3,67	Comum
15	Poros intergranulares - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico - Como grão monominerálico	1,33	Raro

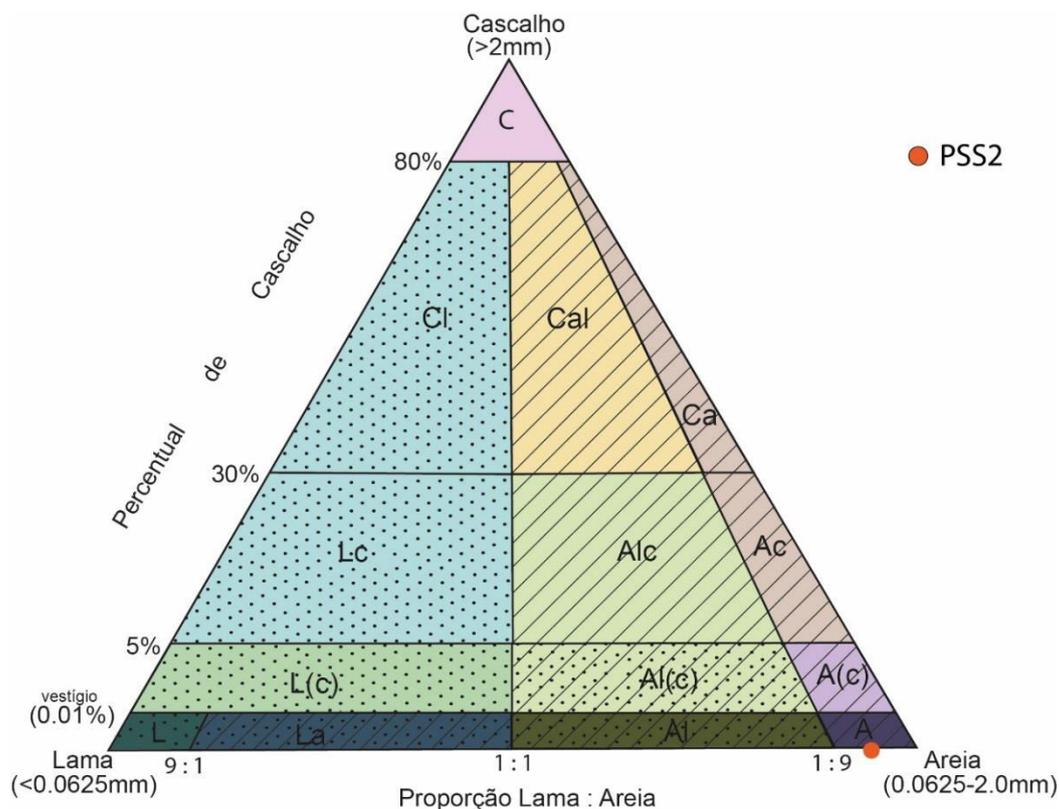
Fonte: autor.

Figura 11 - Classificações composicionais da amostra PSS01. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 70,330%, a de feldspato alcalino (K) é de 3,846% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 25,824%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 66,321%, 27,979% e 5,699%, resultando em um arenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride a porcentagem de quartzo é de 63,366%, enquanto a de feldspato é de 26,733% e a de fragmento lítico é de 9,901%, resultando em um arenito feldspático.



Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

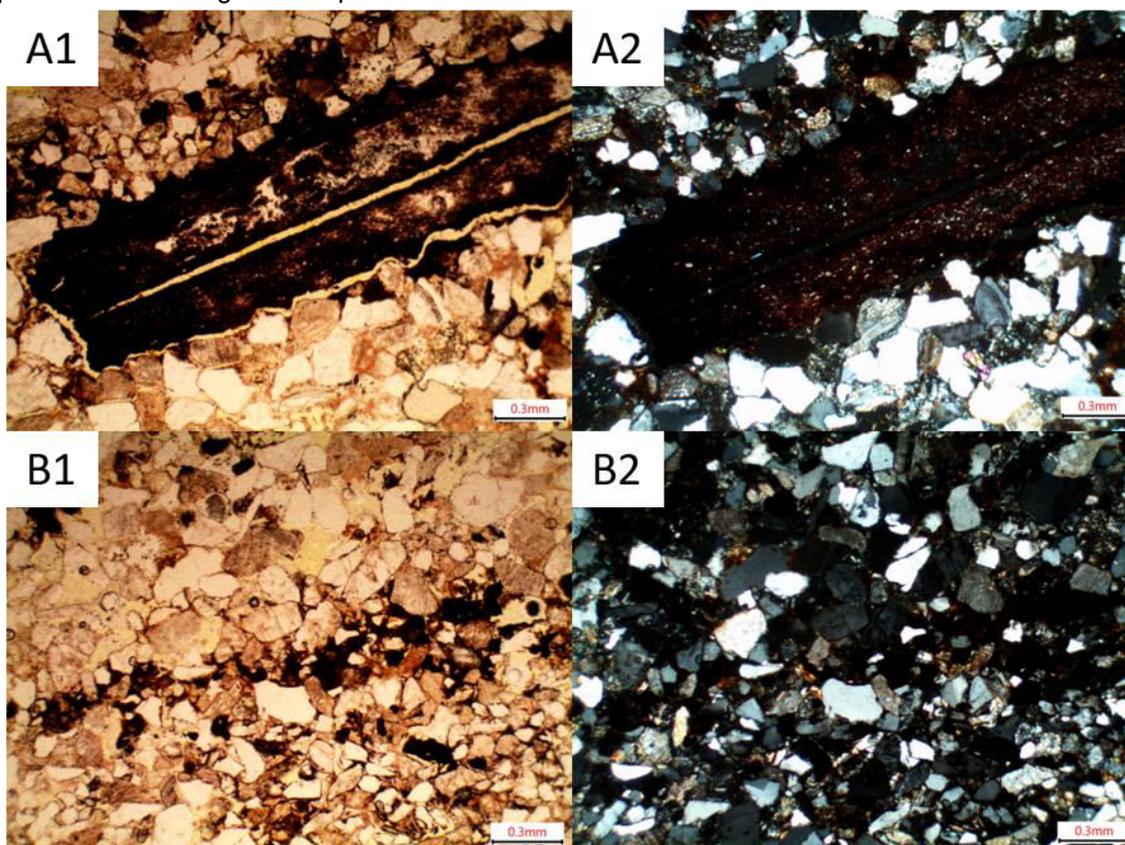
Figura 12 - Classificação textural da amostra PSS02. A rocha é classificada como Arenito. As abreviaturas da imagem estão na legenda da Fig. 9.



Fonte: extraído e modificado de Folk *et al.*, 1970.

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-angulares e, em sua maioria, apresentam esfericidade média. A rocha é bem selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 80%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (44%), pontuais (32%), côncavo-convexos (20%) e flutuantes (4%). A figura 13 mostra a variação granulométrica e composicional da rocha, assim como sua porosidade. A amostra PSS02 é classificada como madura, do ponto de vista textural, devido a quantidade baixa de matriz e a rocha ser bem selecionada.

Figura 13 - A1) Intraclasto lamoso na amostra PSS02, com 1,27mm de comprimento e presença de porosidade causada por fratura no interior do grão e a porosidade de canal aumentada por dissolução contornando o grão. A2) Intraclasto lamoso em nicóis cruzados. B1) A variação no tamanho da granulometria do arcabouço, como evidenciado na imagem, costuma ocorrer nas regiões inferiores da amostra. O mesmo vale para as variações no grau de compactação do arcabouço. Note que a granulometria da porção inferior (silte a areia muito fina) é menor do que na porção superior (areia fina a areia média). O mesmo vale para compactação maior na porção inferior e menor na porção superior. Há aumento no conteúdo de óxido/hidróxido de ferro na região de transição granulométrica. B2) Evidência da composição arcabouço, com predominância de grãos de quartzo monocristalino.



Fonte: autor.

Os grãos do arcabouço são compostos por 47% de quartzo monocristalino, 17% de quartzo policristalino e 19% plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 3. A amostra PSS02 é classificada como um arenito feldspático a feldspático-lítico (Fig. 14b).

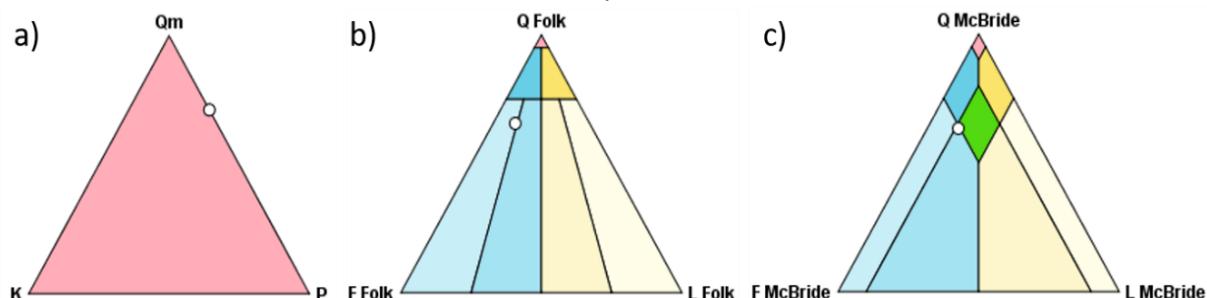
Tabela 3 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS02. Predominância de grãos de quartzo monocristalino, policristalino e plagioclásio.

N°	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monominerálico -	1,67	Raro
2	Fragmento de rocha - - Alterado	2,00	Raro
3	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	4,33	Comum
4	Matriz detrítica indiferenciada - Como sedimento interno -	4,67	Comum
5	Muscovita - Como grão monominerálico -	1,33	Raro
6	Opaco - Como grão monominerálico - Oxidado	3,33	Comum
7	Plagioclásio detrítico - Como grão monominerálico -	14,67	Abundante
8	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monominerálico - Oxidado	36,33	Abundante
9	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica -	13,33	Abundante
10	Quartzo - Crescimento - - Oxidado - Crescimento externo sobre <Constituinte diagenético> - - Intergranular cobertura de grão descontínua	5,67	Comum
11	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Intergranular cobertura de grão contínua - - Crescimento interno em <Constituinte primário> - -	6,00	Comum
12	Poros intergranular - Intersticial - - Dissolução de <Constituinte primário> - - Como grão monominerálico	6,67	Comum

Fonte: autor.

A matriz, perfaz 4,67% da rocha, e sugere uma origem detrítica, tendo depositado junto aos grãos que compõem o arcabouço. A quantidade de pseudo-matriz, formada a partir da compactação de grãos moles, é rara na amostra.

Figura 14 - Classificações composicionais da amostra PSS02. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 71,272%, a de feldspato alcalino (K) é de 0% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 28,758%. b) enquanto que na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 65,663%, 26,506% e 7,831%, resultando em um arenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 63,372%, enquanto a de feldspato é de 25,581% e a de fragmento lítico é de 11,047%, resultando em um arenito feldspático lítico.



Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

Dentre os elementos diagenéticos, cutículas de óxidos/hidróxido de ferro totalizam 6% da amostra e sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo totalizam 5,67% (Fig. 15). Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda dos grãos (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo), e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato plagioclásio parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos. A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é intergranular e ampliada por dissolução, totalizando 6,67% da amostra.

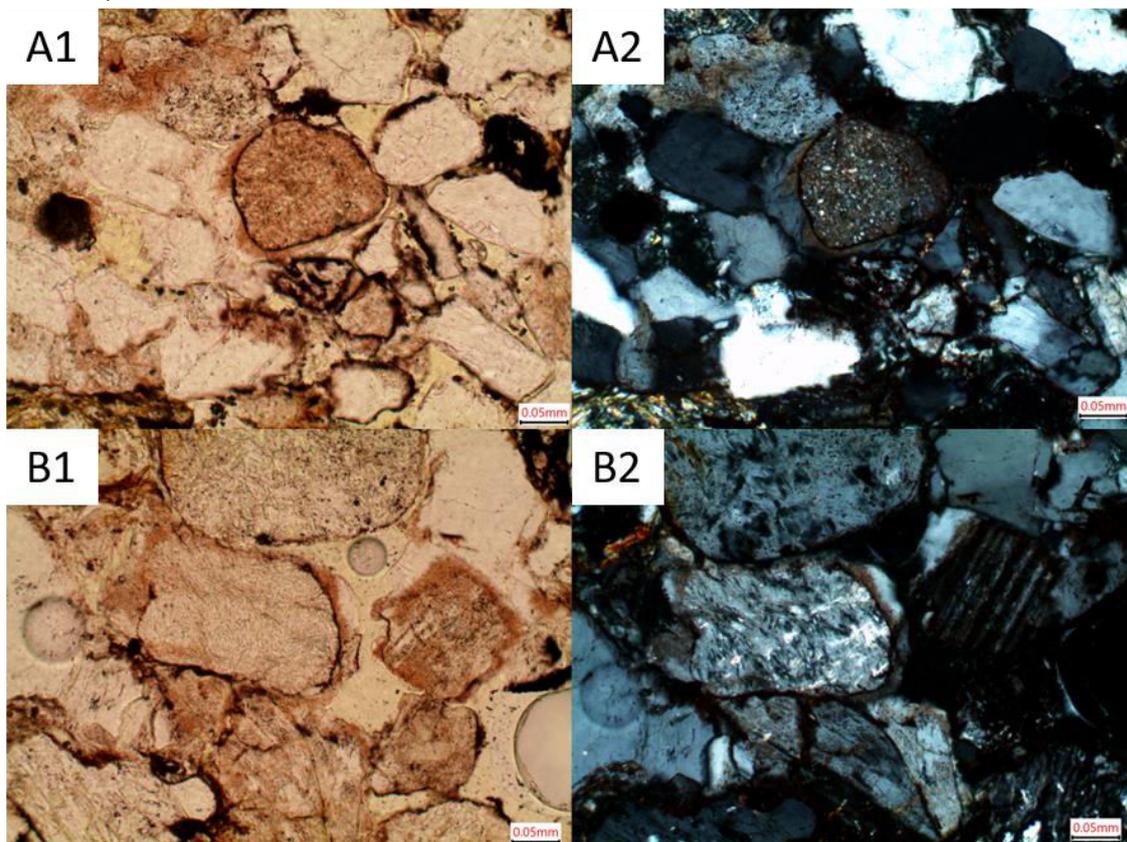
### **6.3 Amostra PSS03:**

A amostra PSS03 possui grãos variando de cerca de 0,0003 mm (argila) a cerca de 0,45 mm (areia média). É composta por cerca de 42% de argila, 38% de silte, 9% de areia muito fina, 8% de areia fina e 3% para areia média, sendo classificada como lutito arenoso (Fig. 16).

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-angulares e, em sua maioria, apresentam baixa esfericidade. A rocha é muito mal selecionada. O suporte da trama é dado pela matriz e pelo cimento. O empacotamento é aberto, com índice de proximidade de 35%. Os grãos possuem orientação predominantemente caótica e sem orientação. Os grãos possuem contatos longos (15%), pontuais (35%), côncavo-convexos (5%) e flutuantes (45%). A figura 17 mostra a variabilidade granulométrica, composicional, a porosidade e a imaturidade textural da amostra.

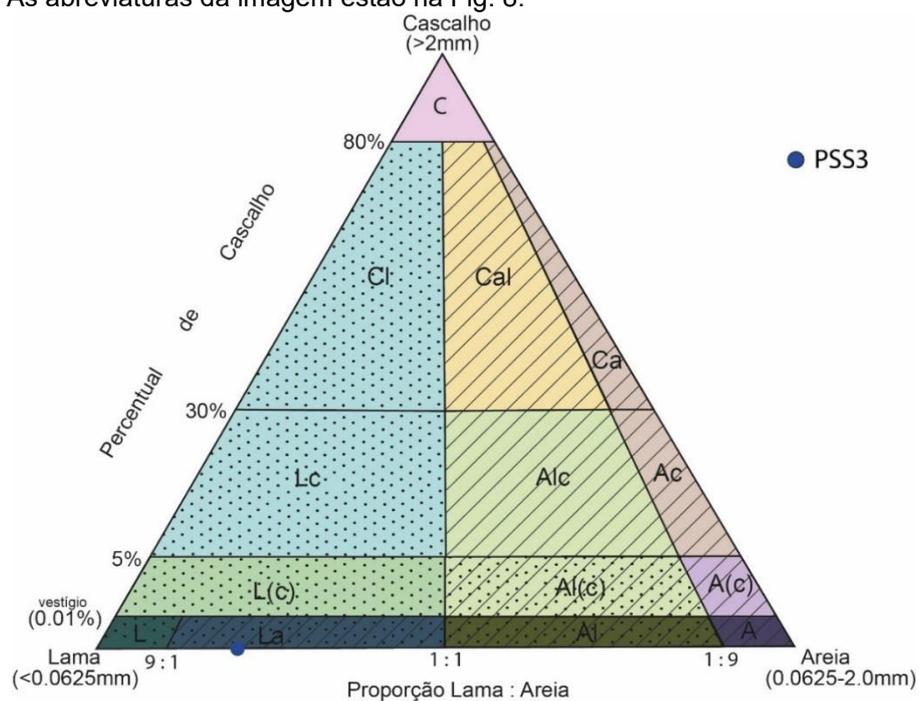
Os grãos tamanho silte grosso a areia são compostos por 15% de quartzo monocristalino, 4% de quartzo policristalino e 3% de plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na tabela 4. Apesar de ser um Lamito, composicionalmente a rocha é similar a um arenito lítico-feldspático (Fig. 18b).

Figura 15 - A1) O sobre crescimento (*overgrowth*) de quartzo na amostra PSS02 é comum. No centro da imagem, ele ocorre em um fragmento de rocha, preenchendo espaços criados pela dissolução dos grãos da redondeza. A2) Aspecto do sobre crescimento de quartzo em fragmento de rocha, no meio de grãos de quartzo monocristalino e policristalino (nicóis cruzados). B1) Bastante raro, o sobre crescimento de plagioclásio (centro) em um grão de plagioclásio ocorre em porcentagens menores do que 1% na amostra PSS02. Há também o sobre crescimento de quartzo (à direita) em grão de plagioclásio. B2) Grão de plagioclásio com macla albita (nicóis cruzados).



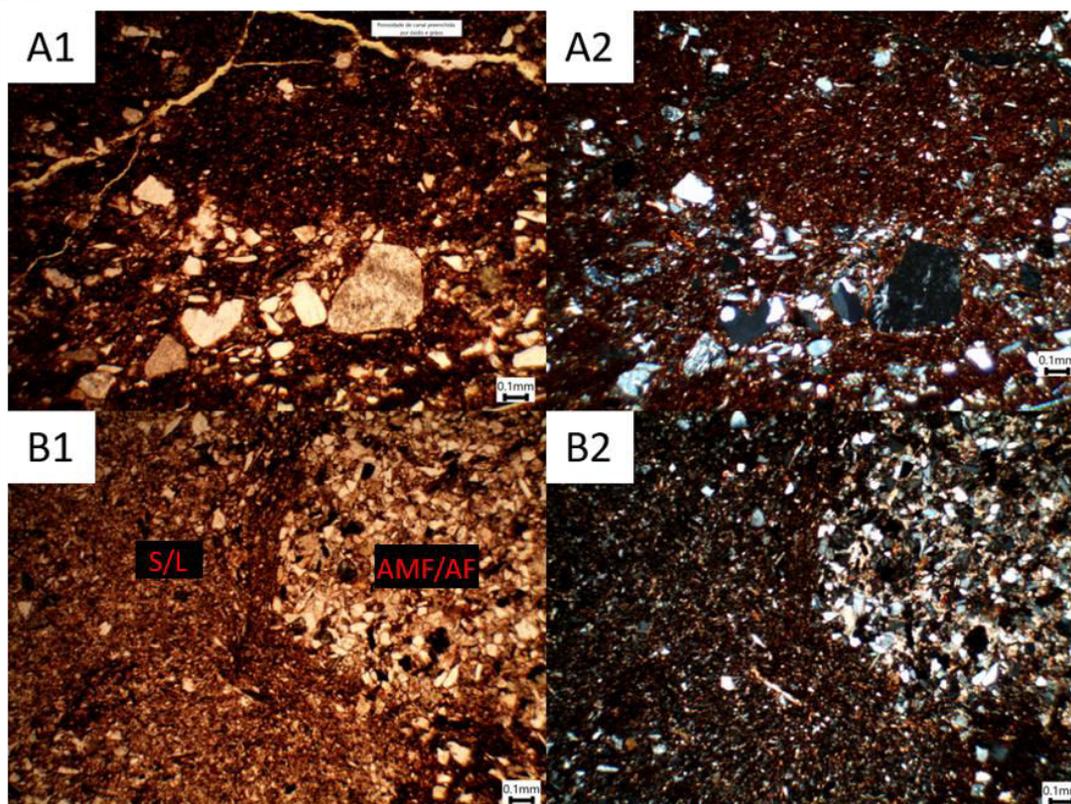
Fonte: autor.

Figura 16 - Classificação textural da amostra PSS03. A rocha é classificada como um lutito arenoso. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: extraído e modificado de Folk *et al.*, (1970).

Figura 17 - A1) Grãos de areia fina e média mergulhados em uma matriz predominantemente de argila com silte subordinado. A porosidade de canal, evidente na parte superior da imagem, é preenchida por grãos do arcabouço (silte, areia muito fina e areia fina), por calcita poiquilótópica e óxido/hidróxido de ferro. A2) A composição dos grãos de areia fina e média é predominantemente quartzosa, enquanto os demais tipos de grão, como as muscovitas e as biotitas, ocorrem em menor proporção. Em contrapartida, a matriz é composta principalmente por argilominerais. B1) A amostra PSS03 é muito mal selecionada, apresenta uma trama caótica e é imatura (grande quantidade de lama contida na trama da rocha). Na imagem é possível observar a variação granulométrica abrupta entre grãos de silte e lama (S/L), à esquerda, e grãos de areia muito fina e areia fina (AMF/AF), à direita. B2) A variação granulométrica influencia na composição dos grãos. A granulometria mais grosseira é predominantemente quartzosa, enquanto há um aumento na proporção de argilominerais nas regiões ricas em grãos de argila e silte.



Fonte: autor.

Dentre os elementos diagenéticos, os sobrecrescimentos de calcita poiquilótópica (Fig. 19) representam 3,67% da amostra e cutículas de óxidos/hidróxidos de ferro totalizam 2%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos. A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos (Fig. 20) que

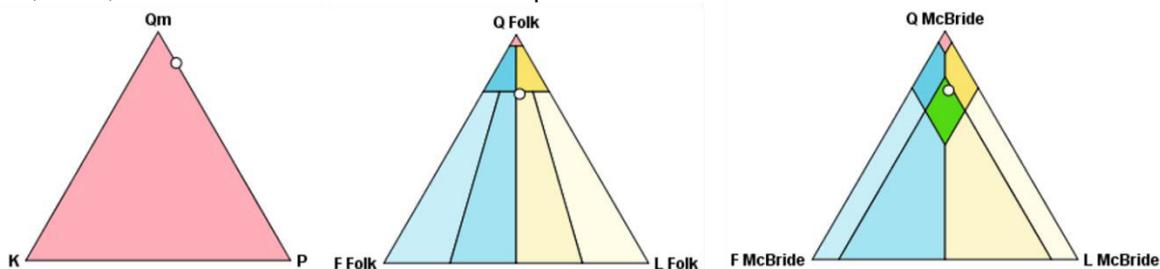
podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha (37,33%) é de canal e é de origem primária.

Tabela 4 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS03. A quantidade de matriz detrítica na rocha é de 37,33%, evidenciando a imaturidade da rocha. A composição principal dos grãos do arcabouço é a de quartzo monocristalino oxidado (14,67%). Em relação as demais amostras, esta é a que apresenta a maior porcentagem de minerais do grupo dos filossilicatos, com 10,33% de muscovita, 7,33% de biotita e 5,33% de clorita.

N°	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monominerálico - Dissolvido	0,67	Raro
2	Biotita - Como grão monominerálico - Oxidado	6,67	Comum
3	Clorita detrítica - Como grão monominerálico - Oxidado	5,33	Comum
4	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	2,67	Comum
5	Fragmento de rocha vulcânica - Como fragmento de rocha vulcânica - Substituído	0,67	Raro
6	Fragmento de siltito - Como fragmento de rocha sedimentar - Oxidado	0,33	Raro
7	Intraclasto lamoso argiláceo - Como sedimento interno - Oxidado	4,00	Comum
8	Matriz detrítica - Como sedimento interno - Oxidado	37,33	Abundante
9	Muscovita - Como grão monominerálico - Deformado	10,33	Abundante
10	Opaco - Como grão monominerálico - Oxidado	1,00	Raro
11	Plagioclásio detrítico - Como grão monominerálico - Dissolvido	0,33	Raro
12	Plagioclásio detrítico - Como grão monominerálico - Oxidado	1,33	Raro
13	Plagioclásio detrítico - Como grão monominerálico - Substituído	1,33	Raro
14	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monominerálico - Dissolvido	0,33	Raro
15	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monominerálico - Oxidado	14,67	Abundante
16	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monominerálico - Alterado	3,67	Comum
17	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monominerálico - Substituído	0,33	Raro
18	Calcita - Poiquilotópico - Preenchendo poro - Oxidado - Crescimento interno em <Constituinte primário> - Feldspato detrítico - Como grão monominerálico	3,67	Comum
19	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Intergranular cobertura de grão descontínua - Oxidado - Crescimento interno em <Constituinte primário> - Quartzo detrítico -	2,00	Raro
20	Porosidade de canal - Arcabouço - - Primária - -	3,33	Comum

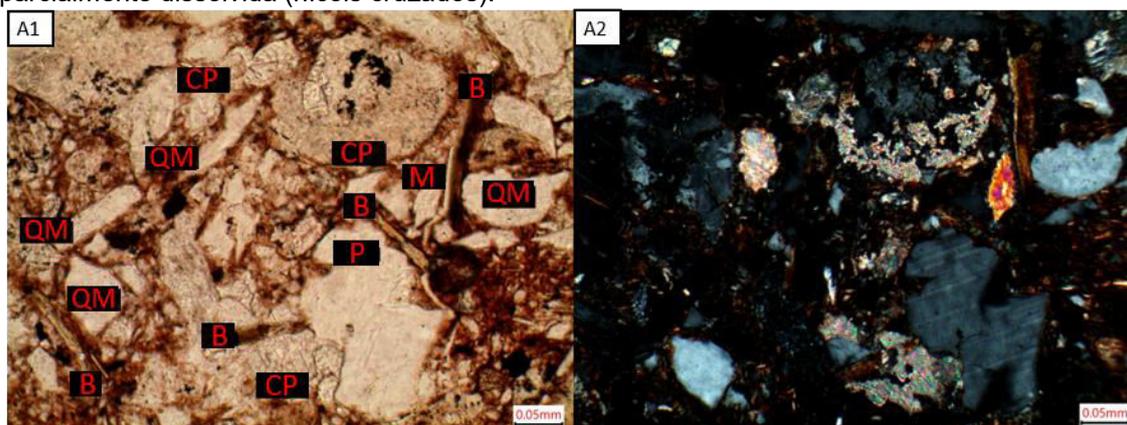
Fonte: autor.

Figura 18 - Classificação composicional da amostra PSS03. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 86,364%, a de feldspato alcalino (K) é de 0% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 13,636%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 74,026%, 11,688% e 14,286%, resultando em um litarenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 74,026%, enquanto a de feldspato é de 11,688% e a de fragmento lítico é de 14,286%, resultando em um arenito subfeldspático lítico.



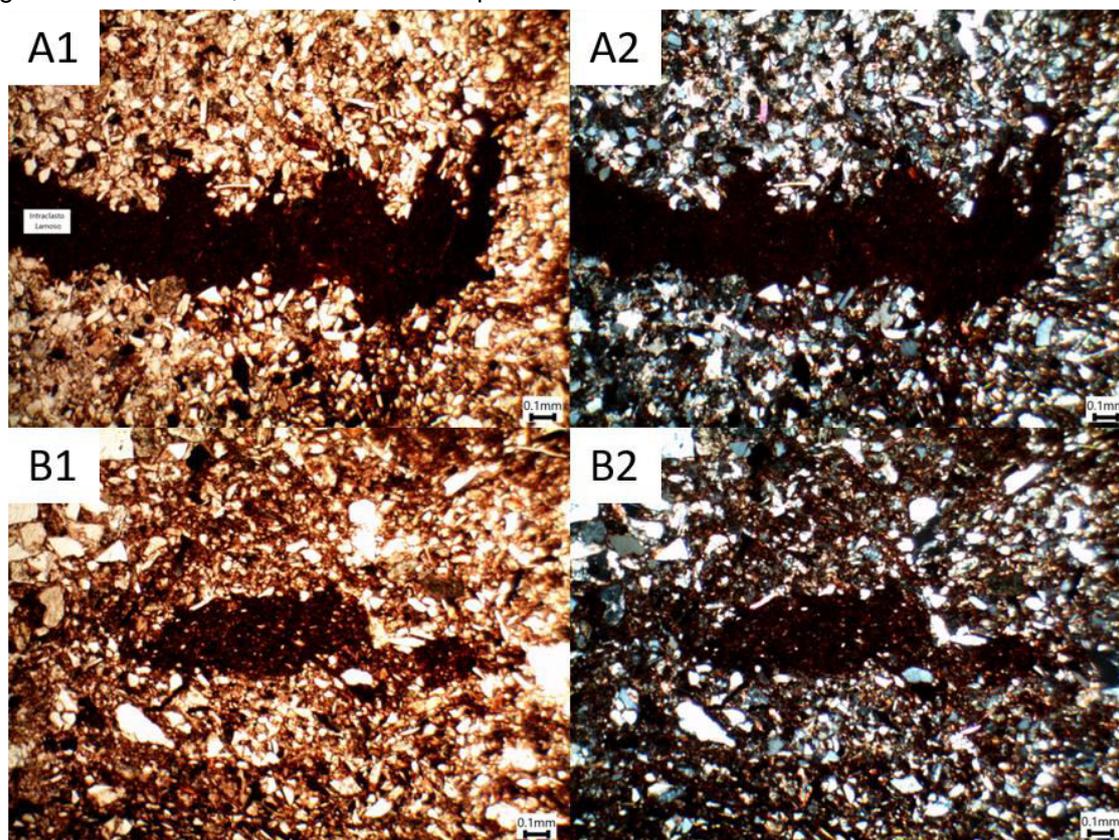
Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

Figura 19 - Composição principal dos grãos do arcabouço da amostra PSS03. A1) As siglas QM, B, CP e P representam, respectivamente, os grãos de quartzo monocristalino, biotita, calcita poiquilótópica e plagioclásio. B) Na parte superior da imagem, a calcita poiquilótópica parcialmente dissolvida (nicóis cruzados).



Fonte: autor.

Figura 20 - A1) Intraclasto lamoso (vermelho escuro) deformado por conta da compactação da rocha. O intraclasto está inserido em um arcabouço de areia muito fina e silte, sendo bastante alterado por conta da presença de óxido/hidróxido de ferro. A2) Intraclasto lamoso (Nícos cruzados). B1) Intraclasto lamoso inserido em um arcabouço de grãos de tamanho areia fina e pontualmente areia média. Intraclastos lamosos ocorrem frequentemente nesta amostra. B2) Os grãos de muscovita, biotita e clorita são predominantemente deformados.

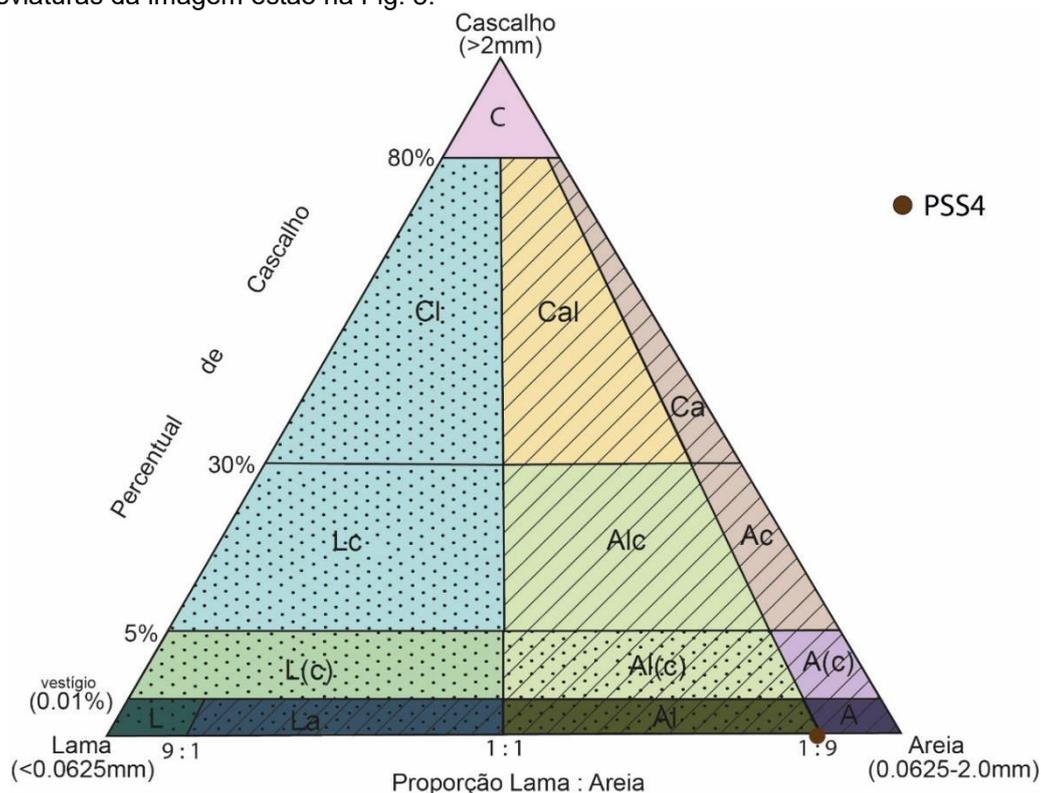


Fonte: autor.

#### 6.4 Amostra PSS04:

A amostra PSS04 contém 96% de arcabouço, 1,67% de cimento e 2,333% de matriz. O menor tamanho de grão presente na amostra apresenta cerca de 0,03mm (silte grosso) e o maior possui cerca de 0,7mm (areia grossa). O arcabouço é composto por cerca de 44% de grãos de areia fina, 28% de areia muito fina, 23% de areia média e 5% por silte (Fig. 21).

Figura 21 - Classificação textural da amostra PSS04. A rocha é classificada como Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-angulares e, em sua maioria, apresentam esfericidade média. A rocha é bem selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 95%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (45%), pontuais (30%) e côncavo-convexos (25%), o que indica que esta rocha passou por processos de compactação mais intensos do que nas demais amostras. A rocha é madura texturalmente, pois contém baixo conteúdo de matriz e é bem selecionada.

Os grãos do arcabouço são compostos por 28,33% de quartzo policristalino, 25,33% de quartzo monocristalino e 10,33% plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 5. A rocha é classificada como um arenito feldspático-lítico (Fig. 22b).

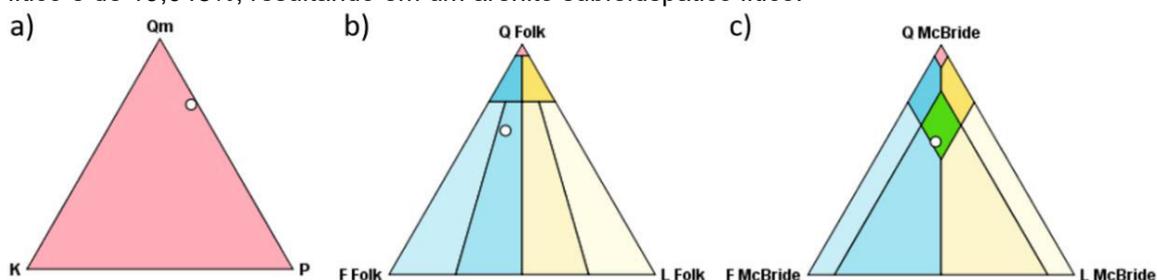
Tabela 5 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS04. Os grãos de quartzo policristalino (28,33%) e de quartzo monocristalino (25,33%) ocorrem em maior frequência na amostra. Trata-se de uma rocha madura, com pouca lama inserida na trama do arcabouço.

Nº	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monomineralico - Oxidado	4,00	Comum
2	Clorita detrítica - Como grão monomineralico -	3,00	Comum
3	Fragmento de rocha - Como constituinte intrabacial -	3,67	Comum
4	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica -	5,67	Abundante
5	Matriz detrítica - Como sedimento interno - Oxidado	2,33	Raro
6	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico -	1,00	Raro
7	Muscovita - Como constituinte intrabacial -	4,00	Comum
8	Opaco - -	3,67	Comum
9	Plagioclásio detrítico - Como constituinte intrabacial -	10,33	Abundante
10	Quartzo detrítico monocristalino - Como constituinte intrabacial -	25,33	Abundante
11	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico -	28,33	Abundante
12	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - -	1,67	Raro
13	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - - - - -	5,67	Abundante
14	Poros intergranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico - Como grão monomineralico	1,33	Raro

Fonte: autor.

A matriz, que compõe 2,333% da rocha, é de origem detrítica tendo depositado junto aos grãos que compõem o arcabouço. A quantidade de pseudo-matriz, formada a partir da compactação de grãos moles, é rara na amostra.

Figura 22 - Classificações composicionais da amostra PSS04. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 71,429%, a de feldspato alcalino (K) é de 2,521% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 26,050%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 62,500%, 25,000% e 12,500%, resultando em um arenito feldspático lítico. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 57,823%, enquanto a de feldspato é de 23,129% e a de fragmento lítico é de 19,048%, resultando em um arenito subfeldspático lítico.



Fonte: McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

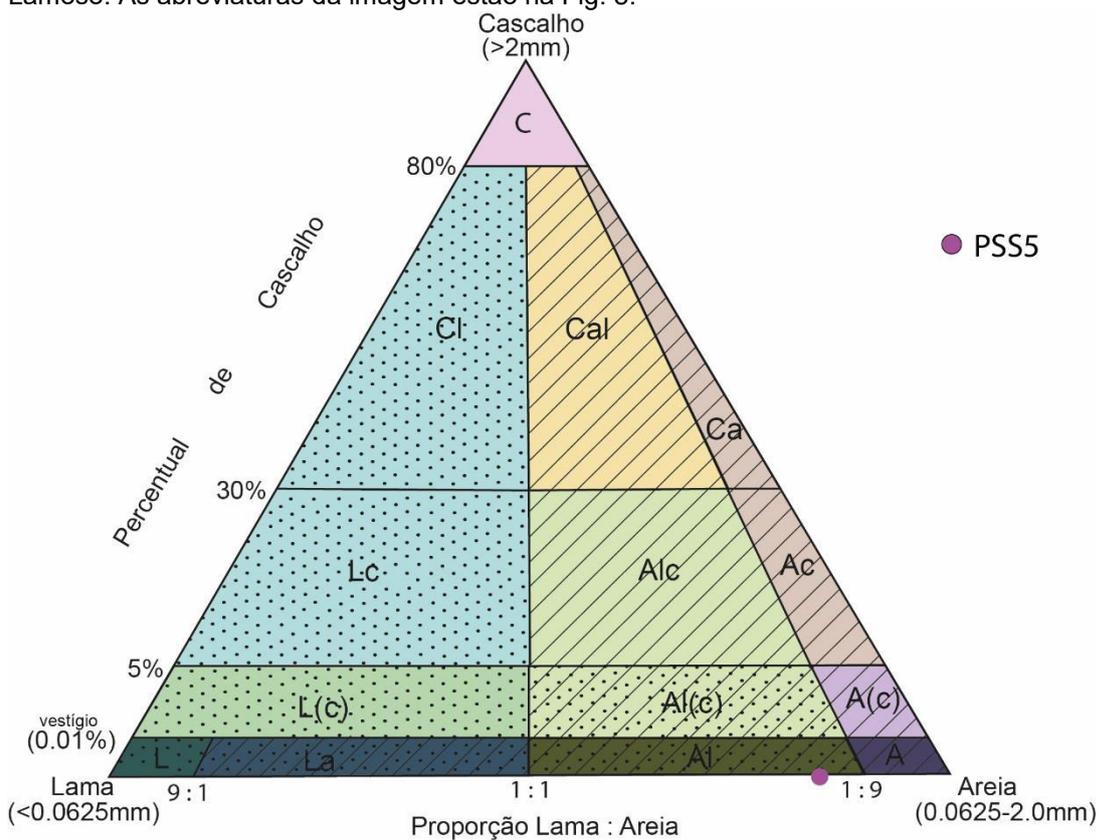
Dentre os elementos diagenéticos, cutículas de óxidos/hidróxido de ferro totalizam 5,67% da amostra e sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo totalizam 1,67%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos. A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é intergranular e ampliada por dissolução, totalizando 1,33% da amostra.

### **6.5 Amostra PSS05:**

A amostra PSS05 contém 94,667% de arcabouço, 2% de cimento, 1% de matriz. O menor tamanho de grão presente na lâmina delgada apresenta cerca de 0,08mm (areia muito fina) e o maior possui cerca de 0,62mm (areia grossa). O arcabouço é composto por cerca de 41% de grãos de areia muito fina, 33% de areia fina, 19% de areia média e 7% de areia grossa (Fig. 23). A matriz, que compõe 1% da rocha, é de origem detrítica.

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-angulares e, em sua maioria, apresentam baixa esfericidade. A rocha é bem selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 83%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (50%), pontuais (35%) e côncavo-convexos (15%). A rocha é classificada como um arenito maduro, pois contém baixa quantidade de matriz e a rocha é bem selecionada.

Figura 23 - Classificação textural da amostra PSS05. A rocha é classificada como um Arenito Lamoso. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: extraído e modificado de Folk *et al.*, (1970).

Os grãos do arcabouço são compostos por 31% de quartzo monocristalino, 22,333% de quartzo policristalino e 6,333% plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 6. A rocha é classificada como um arenito feldspático-lítico (Fig. 24b).

Tabela 6 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS05. A calcita poiquilótópica (7%) ocorre com frequência nesta amostra. Os grãos de quartzo monocristalino (28%) voltam a ser mais frequentes do que os de quartzo policristalino (22,33%). A porosidade da rocha ocorre em três maneiras distintas: poro intergranular, intragranular e de canal.

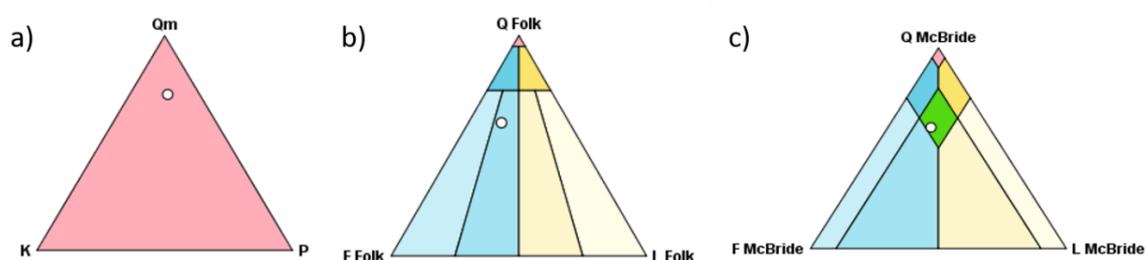
Nº	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monomineralico - Oxidado	2,33	Comum
2	Clorita detrítica - Como grão monomineralico -	1,33	Raro
3	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica -	6,67	Comum
4	Fragmento de rocha plutônica - Como fragmento de rocha plutônica - Alterado	2,00	Raro
5	Matriz detrítica - Como sedimento interno -	0,33	Raro
6	Matriz detrítica - Como sedimento interno - Alterado	0,67	Raro
7	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico -	1,33	Raro
8	Muscovita - Como grão monomineralico - Oxidado	2,33	Comum
9	Opaco - Como grão monomineralico -	4,00	Comum
10	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico -	1,33	Raro
11	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Oxidado	4,33	Comum
12	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Substituído	0,67	Raro
13	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	2,67	Comum
14	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Fraturado	0,33	Raro
15	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	28,00	Abundante
16	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	22,33	Abundante
17	Sanidina detrítica - Como grão monomineralico - Não maclado	4,00	Comum
18	Calcita - Poiquilótópico - Intragranular substitutivo - - -	7,00	Comum
19	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão contínua - Parcialmente dissolvido - - -	2,00	Comum
20	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - - - -	3,67	Comum
21	Poro de canal - Intersticial - Ampliado por dissolução - Primária - -	0,67	Raro
22	Poro intergranular - Intersticial - - Primária - -	1,67	Comum
23	Poro intragranular - Arcabouço e intersticial - Interno - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico -	0,33	Raro

Fonte: autor.

Dentre os elementos diagenéticos, os sobrecrescimentos de calcita poiquilótópica representam 7% da amostra, enquanto os de quartzo representam 2%. Cutículas de óxidos/hidróxidos de ferro totalizam 3,67%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos. A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é intergranular (1,67%), intragranular (0,33) ou de canal

(0,67%). A porosidade intergranular ocorre de forma intersticial e é de origem primária. A porosidade de canal é intersticial, ampliada por dissolução e de origem primária. A porosidade intragranular ocorre tanto de forma intersticial quanto no arcabouço, e é ampliada por dissolução de grãos.

Figura 24 - Classificações composicionais da amostra PSS05. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 72,656%, a de feldspato alcalino (K) é de 12,560% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 14,844%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 60,390%, 26,623% e 12,987%, resultando em um arenito feldspático lítico. c) Por último, no diagrama de McBride a porcentagem de quartzo é de 60,390%, enquanto a de feldspato é de 22,727% e a de fragmento lítico é de 16,883%, resultando em um arenito subfeldspático lítico.

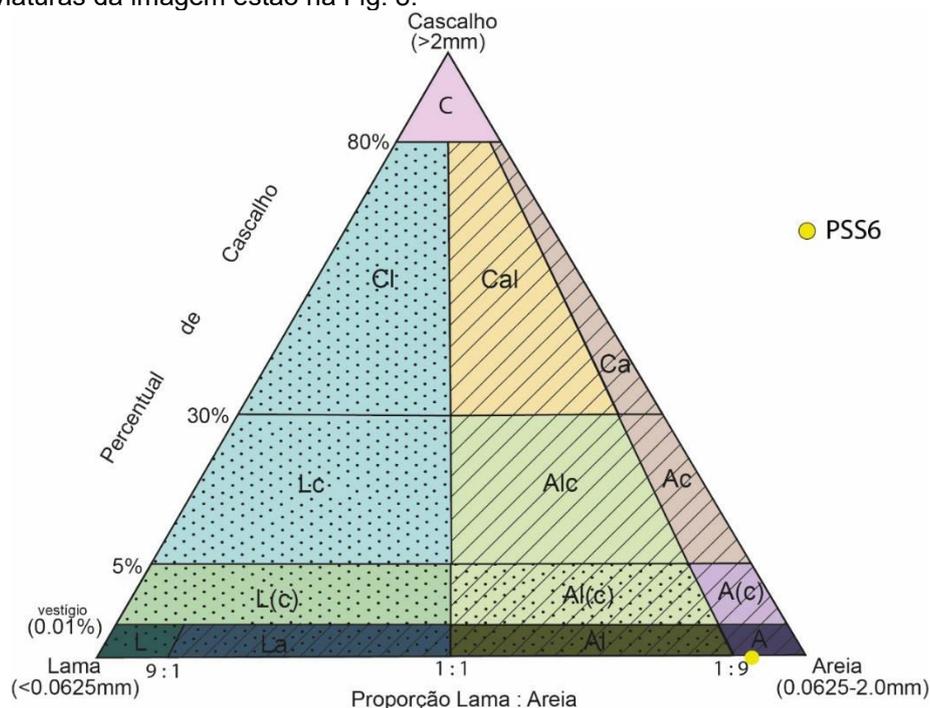


Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

## 6.6 Amostra PSS06:

A amostra PSS06 contém 89,667% de arcabouço, 8,667% de cimento, 1,667% de matriz. O menor tamanho de grão presente na lâmina delgada apresenta cerca de 0,04mm (silte grosso) e o maior possui cerca de 1,24mm (areia muito grossa). A matriz é de origem detrítica. O arcabouço é composto por cerca de 32% de grãos de areia fina, 28% de areia média, 21% de areia grossa, 15% de areia muito fina e 4% da granulometria restante (silte e areia muito grossa; Fig. 25).

Figura 25 - Classificação textural da amostra PSS06. A rocha é classificada como um Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-arredondados e, em sua maioria, apresentam baixa esfericidade. A rocha é moderadamente selecionada (seleção numérica: 0,53). O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 80%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (57%), pontuais (26%) e côncavo-convexos (17%). A rocha é classificada como sub-madura a madura, pois contém baixo conteúdo de matriz e é moderadamente selecionada.

Os grãos do arcabouço são compostos por 25,333% de quartzo monocristalino, 19% de quartzo policristalino e 4,667% plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 7. A rocha é classificada como um arenito sub-feldspático a sub-lítico (Fig. 26b).

Tabela 7 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS06. Grãos de biotita (13%) e de muscovita (10,33%) são abundantes nesta amostra. É comum encontrar grãos do arcabouço que contenham sobrecrecimento de quartzo nesta amostra.

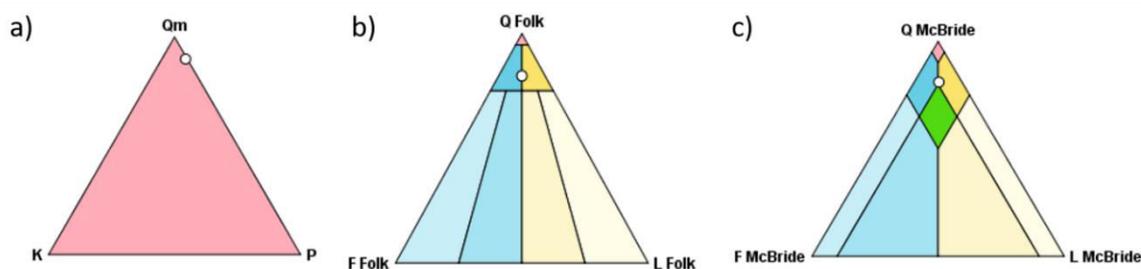
Nº	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monomineralico - Alterado	1,33	Raro
2	Biotita - Como grão monomineralico - Oxidado	13,00	Abundante
3	Clorita detrítica - Como grão monomineralico - Oxidado	1,33	Raro
4	Fragmento de rocha - - Alterado	0,33	Raro
5	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Alterado	3,33	Comum
6	Fragmento de rocha sedimentar - Como fragmento de rocha sedimentar - Oxidado	0,67	Raro
7	Fragmento de rocha vulcânica - Como fragmento de rocha vulcânica - Alterado	0,67	Raro
8	Fragmento de rocha vulcânica - Como fragmento de rocha vulcânica - Oxidado	0,33	Raro
9	Grão ferrífero - Como grão monomineralico - Oxidado	0,33	Raro
10	Matriz detrítica - Como sedimento interno - Oxidado	1,67	Raro
11	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico - Dissolvido	0,33	Raro
12	Muscovita - Como grão monomineralico - Deformado	0,67	Raro
13	Muscovita - Como grão monomineralico - Oxidado	10,33	Abundante
14	Opaco - Como grão monomineralico - Oxidado	2,67	Comum
15	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Alterado	4,67	Comum
16	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Alterado	3,33	Comum
17	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	2,67	Comum
18	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Fraturado	1,00	Raro
19	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	18,33	Abundante
20	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Alterado	3,33	Comum
21	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	1,00	Raro
22	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	12,67	Abundante
23	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Substituído	2,00	Raro
25	Feldspato diagenético - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico	0,67	Raro
26	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	5,00	Comum
27	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Intergranular cobertura de grão descontínua - Oxidado - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	3,00	Comum
28	Poros intragranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico - Como grão monomineralico	5,33	Abundante

Fonte: autor.

Dentre os elementos diagenéticos, sobrecrecimentos sintaxiais de quartzo totalizam 5% da amostra e sobrecrecimento de feldspato representam apenas 0,67%. Cutículas de óxidos/hidróxidos de ferro totalizam 3%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrecimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções

ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos. A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é intergranular e ampliada por dissolução, totalizando 5,33% da amostra.

Figura 26 - Classificações composicionais da amostra PSS06. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 89,865%, a de feldspato alcalino (K) é de 0,676% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 9,459%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 81,595%, 9,202% e 9,202%, resultando em um sublitarenito. c) Por último, no diagrama de McBride a porcentagem de quartzo é de 81,098%, enquanto a de feldspato é de 9,146% e a de fragmento lítico é de 9,756%, resultando em um sublitarenito.

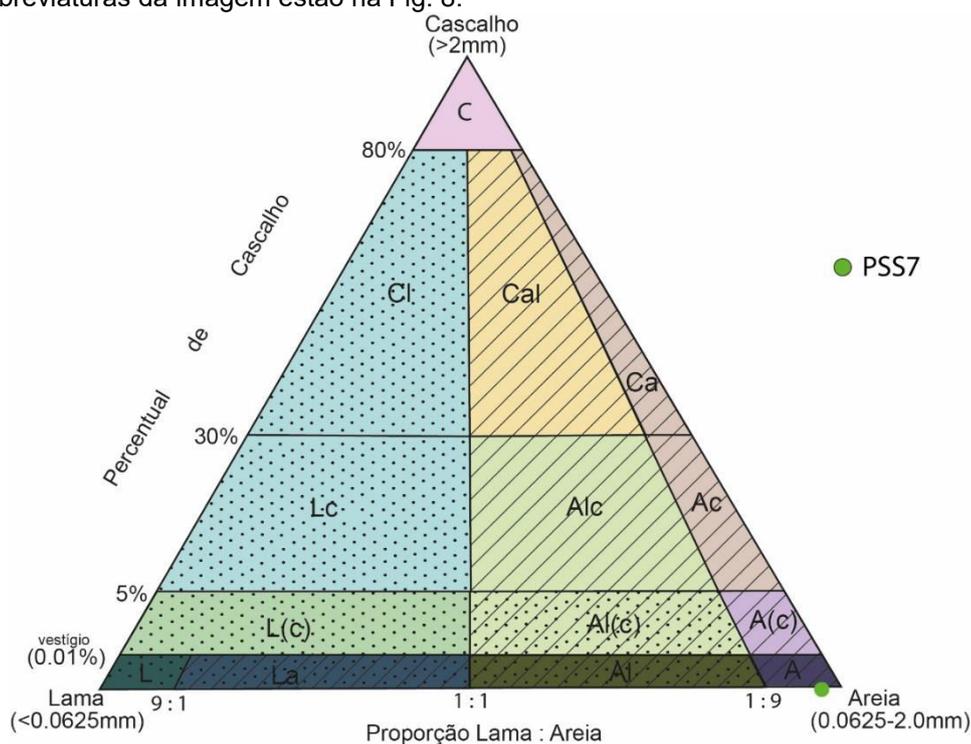


Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

## 6.7 Amostra PSS07:

A amostra PSS07 contém 89,667% de arcabouço, 8% de cimento, 2% de matriz. O menor tamanho de grão presente na lâmina delgada apresenta cerca de 0,1mm (areia muito fina) e o maior possui cerca de 1,34mm (areia muito grossa). O arcabouço é composto por cerca de 37% de grãos de areia média, 28% de areia grossa, 21% de areia fina, 9% de areia muito grossa e 5% de areia muito fina (Fig. 27).

Figura 27 - Classificação textural da amostra PSS07. A rocha é classificada como um Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: extraído e modificado de Folk *et al.*, (1970).

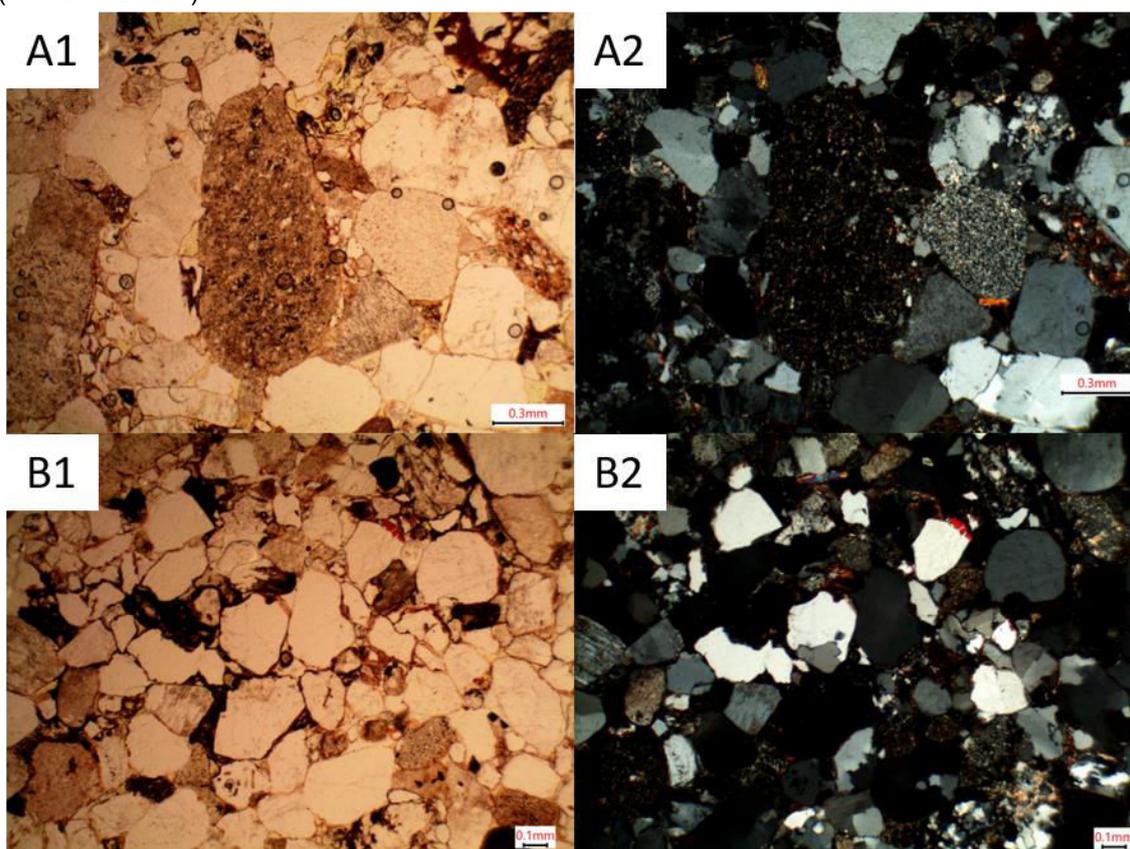
Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-arredondados e, em sua maioria, apresentam esfericidade média. A rocha é mal selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 79%. Os grãos possuem orientação predominantemente caótica e subordinadamente sub-paralela. Os grãos possuem contatos longos (43%), pontuais (36%), côncavo-convexos (15%) e flutuantes (6%). A Figura 28 mostra as características texturais e composicionais da rocha. A amostra é classificada como um arenito sub-maduro, pois contém baixa quantidade de matriz e a rocha é mal selecionada.

Os grãos do arcabouço são compostos por 33,333% de quartzo policristalino, 20,667% de quartzo monocristalino e 2% de plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 8. A rocha é classificada como um arenito lítico-feldspático (Fig. 29b).

Dentre os elementos diagenéticos, cutículas de óxidos/hidróxido de ferro totalizam 5,33% da amostra e sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo totalizam 2,67%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de

quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por ilita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos (Fig. 30). A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é predominantemente intergranular (4,33%) e ampliada por dissolução, ocorrendo no arcabouço ou de forma intersticial. A porosidade de fratura em grão (0,33%) é rara e ocorre a partir do fraturamento de grão de quartzo monocristalino.

Figura 28 - Arcabouço da amostra PSS07. A1) Litoclasto de rocha vulcânica de tamanho areia muito grossa. A2) Litoclasto de rocha vulcânica (centro) e, no lado direito, litoclasto de rocha metamórfica (nicóis cruzados). B1) A trama da rocha é predominantemente sub-paralela e com orientação caótica. B2) Além de grãos de quartzo, é comum encontrar grãos opacos na amostra (nicóis cruzados).



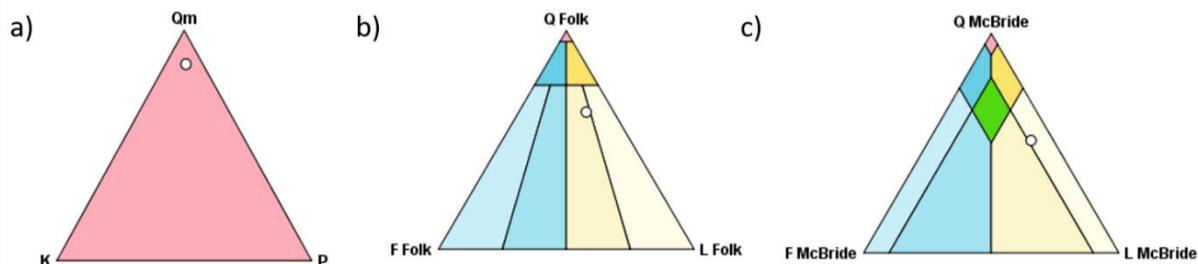
Fonte: autor.

Tabela 8 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS07. A porosidade da rocha ocorre predominantemente de duas maneiras: poro intergranular e poro de fratura de grão. O poro intergranular é ampliado principalmente pela dissolução de litoclastos de rocha metamórfica.

Nº	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Acessório primário - Como grão monomineralico - Fraturado	0,67	Raro
2	Biotita - Como grão monomineralico - Oxidado	2,67	Comum
3	Clorita detrítica - Como grão monomineralico - Oxidado	1,33	Raro
4	Fragmento de rocha - - Alterado	4,33	Comum
5	Fragmento de rocha - - Oxidado	3,33	Comum
6	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Dissolvido	2,33	Comum
7	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	4,00	Comum
8	Fragmento de rocha vulcânica - Como fragmento de rocha vulcânica - Oxidado	2,67	Raro
9	Grão ferrífero - Como grão monomineralico - Oxidado	1,67	Raro
10	Matriz detrítica - Como sedimento interno - Oxidado	2,00	Raro
11	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico - Alterado	0,33	Raro
12	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico - Oxidado	1,00	Raro
13	Muscovita - Como grão monomineralico - Deformado	2,00	Comum
14	Opaco - Como grão monomineralico - Oxidado	2,67	Comum
15	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Alterado	1,67	Raro
16	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Substituído	0,33	Raro
17	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Alterado	1,00	Raro
18	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	1,33	Raro
19	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	17,67	Abundante
20	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Substituído	0,67	Raro
21	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica - Alterado	1,00	Raro
22	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica - Dissolvido	3,00	Comum
23	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	27,00	Abundante
25	Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica - Substituído	2,33	Comum
26	Sanidina detrítica - Como grão monomineralico - Alterado	0,33	Raro
27	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	2,67	Comum
28	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	5,33	Abundante
29	Poro de fratura em grão - Arcabouço - Interno - Fratura de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	0,33	Raro
30	Poro intergranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Contração de <Constituinte primário> - Fragmento de rocha -	0,67	Raro
31	Poro intergranular - Arcabouço e intersticial - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico policristalino - Como fragmento de rocha metamórfica	3,33	Comum
32	Poro intergranular - Intersticial - Marginal - Primária - -	0,33	Raro

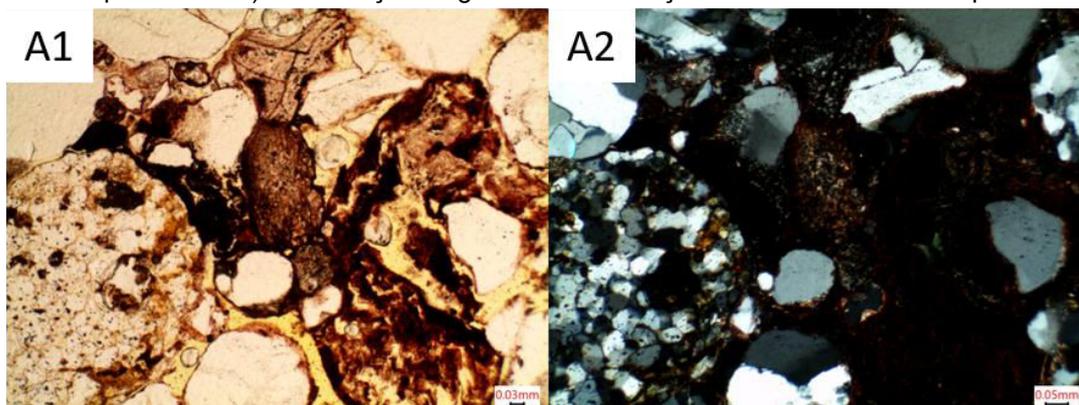
Fonte: autor.

Figura 29 - Classificações composicionais da amostra PSS07. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 84,932%, a de feldspato alcalino (K) é de 6,849% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 8,219%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 62%, 11% e 27%, resultando em um litarenito feldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 50,407%, enquanto a de feldspato é de 8,943% e a de fragmento lítico é de 40,650%, resultando em um litarenito.



Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

Figura 30 - A dissolução é um processo diagenético que pode ocorrer sob efeito de pressão ou até mesmo na ausência dela. A1) Dissolução de grãos do arcabouço provavelmente causada pela percolação de fluidos no material depositado, causando reações químicas entre o fluido e o material depositado. A2) A dissolução de grãos do arcabouço favorece o aumento da porosidade.

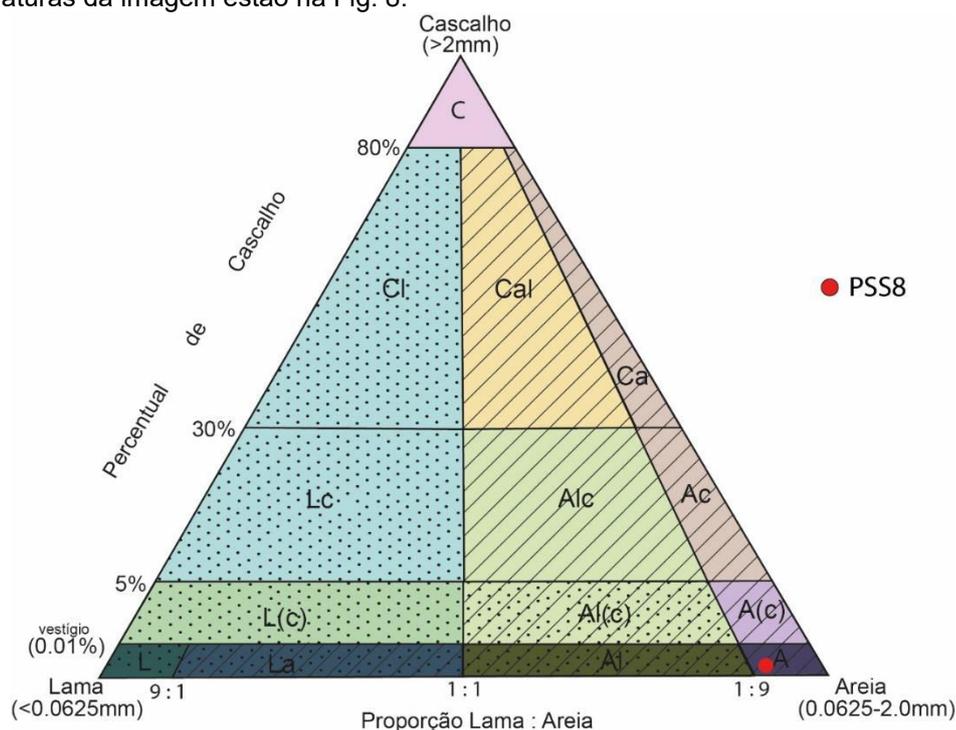


Fonte: autor.

## 6.8 Amostra PSS08:

A amostra PSS08 contém 94,333% de arcabouço, 4,333% de cimento, 1,333% de matriz. O menor tamanho de grão presente na lâmina delgada apresenta cerca de 0,07mm (areia muito fina) e o maior possui cerca de 3,52mm (grânulo). O arcabouço é composto por cerca de 33% de grãos de areia fina, 27% de areia média, 20% de areia grossa, 13% de areia muito grossa, 5% de areia muito fina e 2% para as demais granulometrias (areia muito grossa e grânulo; Fig. 31).

Figura 31 - Classificação textural da amostra PSS08. A rocha é classificada como um Arenito. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: extraído e modificado de Folk *et al.*, (1970).

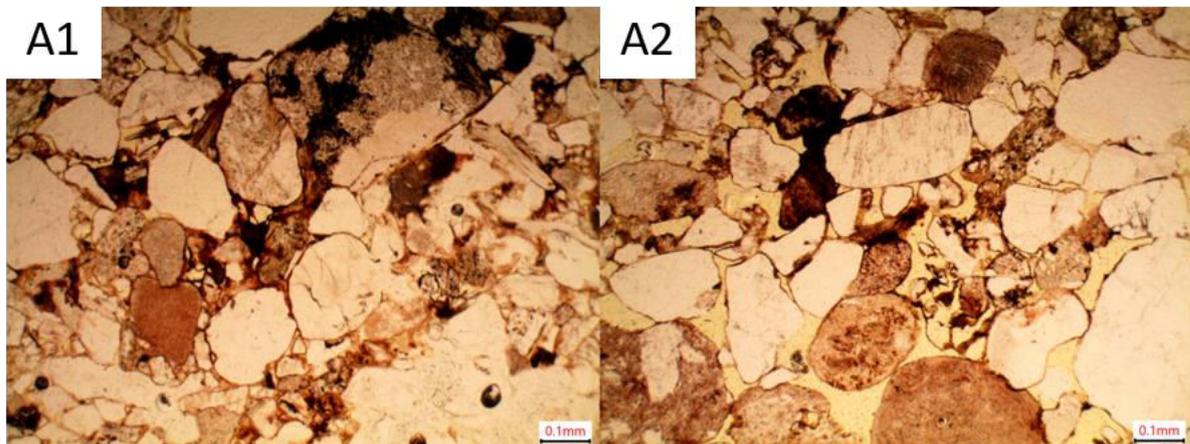
Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-arredondados e, em sua maioria, apresentam baixa esfericidade. A rocha é mal selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 85%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (48%), pontuais (33%), côncavo-convexos (15%) e flutuantes (4%; Fig. 32). A amostra é classificada como um arenito sub-maduro, pois contém baixa quantidade de matriz e a rocha é mal selecionada.

Os grãos do arcabouço são compostos por 32% de quartzo policristalino, 26,333% de quartzo monocristalino e 4,667% de plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na tabela 9. A rocha é classificada como um arenito sub-feldspático (Fig. 33b).

Dentre os elementos diagenéticos, sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo totalizam 4,33% da amostra e cutículas de óxidos/hidróxidos de ferro totalizam 3,67%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino.

Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por illita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos (Fig. 34). A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz. A porosidade da rocha é predominantemente intergranular (4%) e é ampliada por dissolução (Fig. 34), ocorrendo no arcabouço. Poro agigantado (0,67%) e porosidade de canal ampliada por dissolução (0,67%) ocorrem raramente.

Figura 32 - O empacotamento da rocha depende do grau de compactação da rocha, podendo aumentar de acordo com a carga de sedimento acima, fazendo a água ser expulsa e os grãos compactarem gradativamente (e.g., TUCKER, 2001). A1) Empacotamento fechado. A2) Empacotamento aberto.



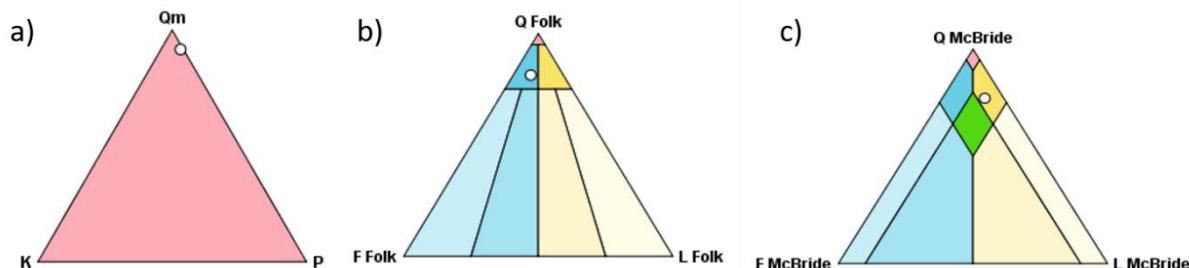
Fonte: autor.

Tabela 9 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS08. Subindo na estratigrafia, há uma diminuição na porcentagem de plagioclásio, e um aumento na quantidade de fragmento de rocha, em especial, rocha metamórfica.

N°	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monomineralico - Oxidado	3,00	Comum
2	Clorita detrítica - Como grão monomineralico - Dissolvido	1,00	Raro
3	Fragmento de arenito - Como sedimento interno - Alterado	0,67	Raro
4	Fragmento de rocha - Como fragmento de rocha sedimentar - Oxidado	4,00	Comum
5	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Oxidado	4,00	Comum
6	Fragmento de rocha plutônica - Como fragmento de rocha plutônica - Oxidado	3,33	Comum
7	Grão ferrífero - Como grão monomineralico - Oxidado	1,00	Raro
8	Matriz detrítica - Como sedimento interno - Oxidado	1,33	Raro
9	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico - Alterado	0,67	Raro
10	Muscovita - Como grão monomineralico - Oxidado	2,00	Comum
11	Muscovita - Como grão monomineralico - Substituído	0,67	Raro
12	Opaco - Como grão monomineralico - Oxidado	2,00	Comum
13	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Alterado	1,33	Raro
14	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Fraturado	0,33	Raro
15	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Oxidado	3,00	Comum
16	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	25,67	Abundante
17	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Substituído	0,67	Raro
18	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Alterado	4,00	Comum
19	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	0,67	Raro
20	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	26,33	Abundante
21	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Substituído	1,00	Raro
22	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	4,33	Comum
23	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Preenchendo poro - Dissolvido - Em <poro> - Poro agigantado - Arcabouço	3,67	Comum
25	Poros agigantados - Arcabouço - - -	0,67	Raro
26	Poros de canal - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico	0,67	Raro
27	Poros intergranulares - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	4,00	Comum

Fonte: autor.

Figura 33 - Classificações composicionais da amostra PSS08. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 91,623%, a de feldspato alcalino (K) é de 1,047% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 7,330%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 81,395%, 12,093% e 6,512%, resultando em um arenito subfeldspático. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 77,093%, enquanto a de feldspato é de 7,048% e a de fragmento lítico é de 15,859%, resultando em um sublitarenito.



Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

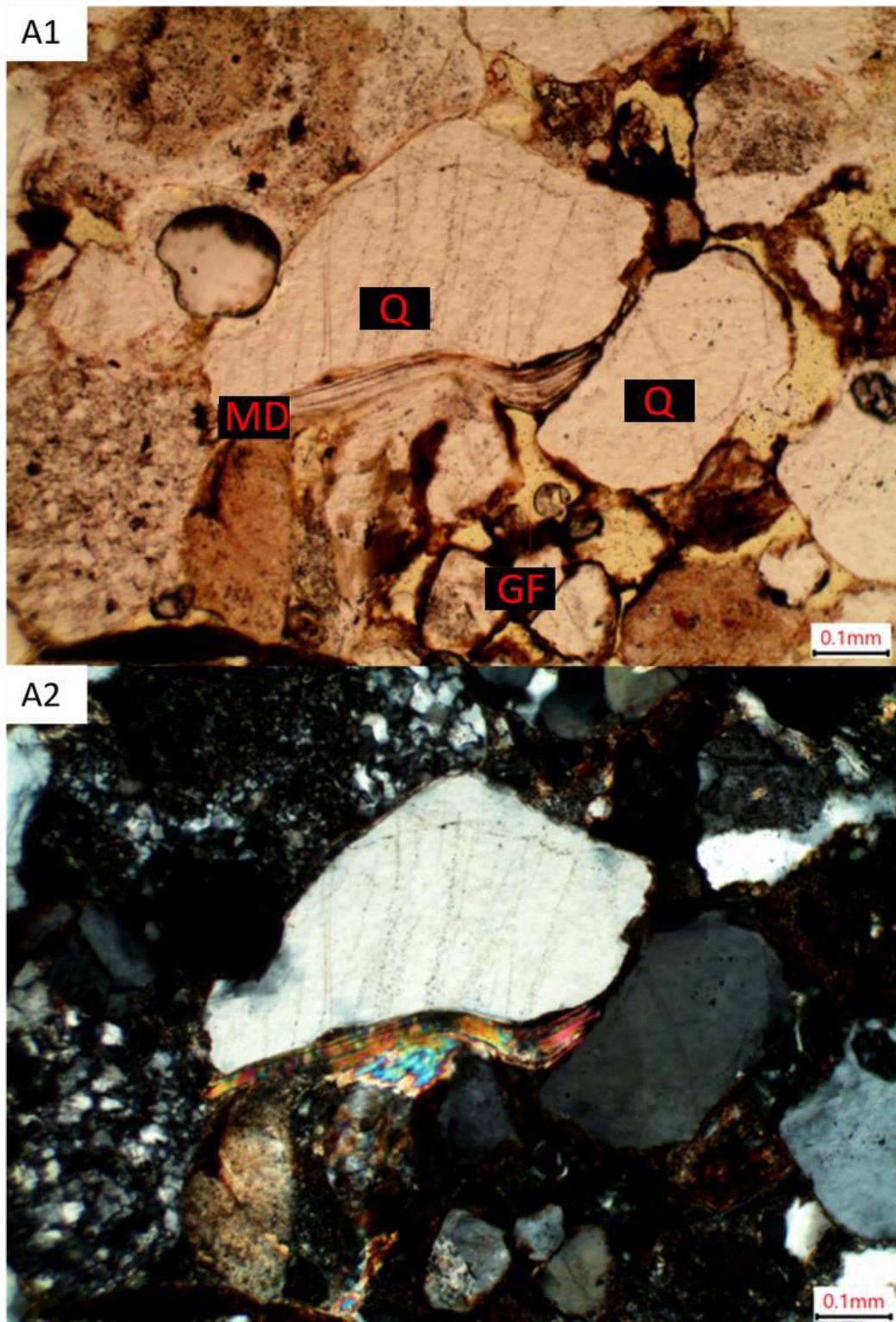
## 6.9 Amostra PSS09:

A amostra PSS09 contém 88,667% de arcabouço, 8% de cimento, 3,333% de matriz. O menor tamanho de grão presente na lâmina delgada apresenta cerca de 0,1mm (areia muito fina) e o maior possui cerca de 4,9mm (seixo). O arcabouço é composto por cerca de 46% de grãos de areia média, 38% de areia grossa, 11% de areia fina, 4% de areia muito grossa e 1% representa a granulometria restante (areia muito fina e grossa e seixo; Fig. 35).

Os grãos do arcabouço são predominantemente sub-arredondados e, em sua maioria, apresentam esfericidade média. A rocha é mal selecionada. O suporte da trama é dado pelos grãos do arcabouço e pelo cimento. O empacotamento é apertado, com índice de proximidade de 95%. Os grãos possuem orientação predominantemente sub-paralela e subordinadamente imbricada. Os grãos possuem contatos longos (43%), pontuais (20%), côncavo-convexos (35%) e flutuantes (2%). A amostra é classificada como um arenito sub-maduro, pois contém baixa quantidade de matriz e a rocha é mal selecionada.

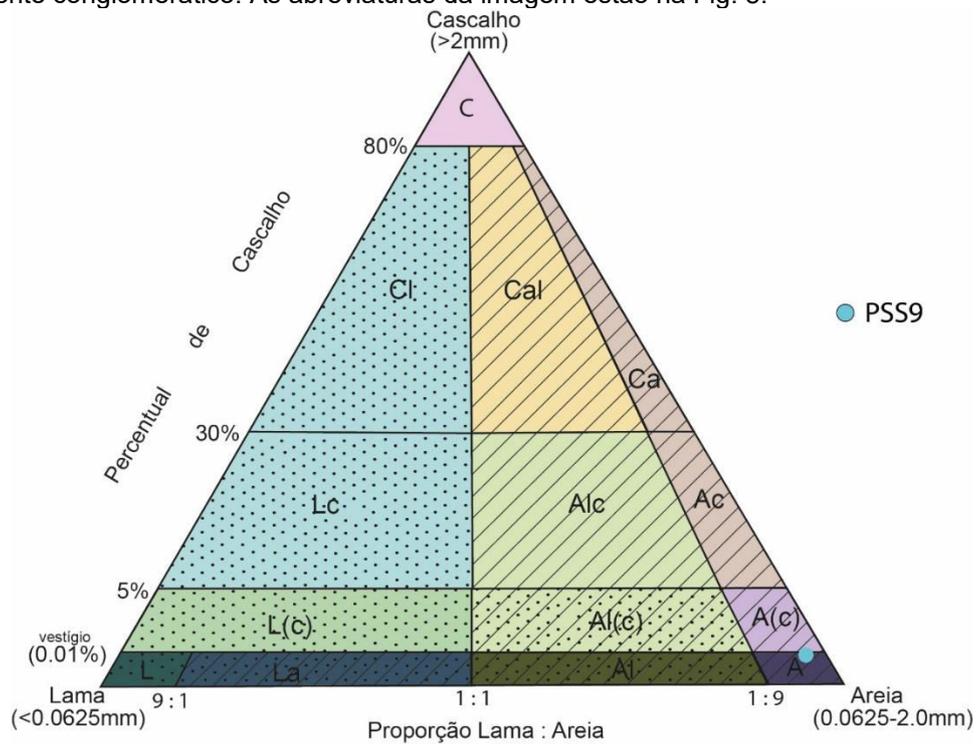
Os grãos do arcabouço (Fig. 36) são compostos por 32% de quartzo policristalino, 26,333% de quartzo monocristalino e 4,667% de plagioclásio. A porcentagem dos demais componentes do arcabouço é apresentada na Tabela 10. A rocha é classificada como um arenito feldspático-lítico (Fig. 37b).

Figura 34 - A1) As siglas Q, MD e GF representam, respectivamente, grãos de quartzo, muscovita deformada e grão fantasma. Formação de grãos fantasmas pela dissolução completa ou quase completa dos grãos do arcabouço, preservando apenas o sobrecrescimento de cutículas de óxido/hidróxido de ferro. A2) Deformação de grão de muscovita (grão com cor de interferência de segunda ordem), a qual ocorre antes da dissolução dos grãos fantasmas.



Fonte: autor.

Figura 35 - Classificação textural da amostra PSS09. A rocha é classificada como um arenito levemente conglomerático. As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



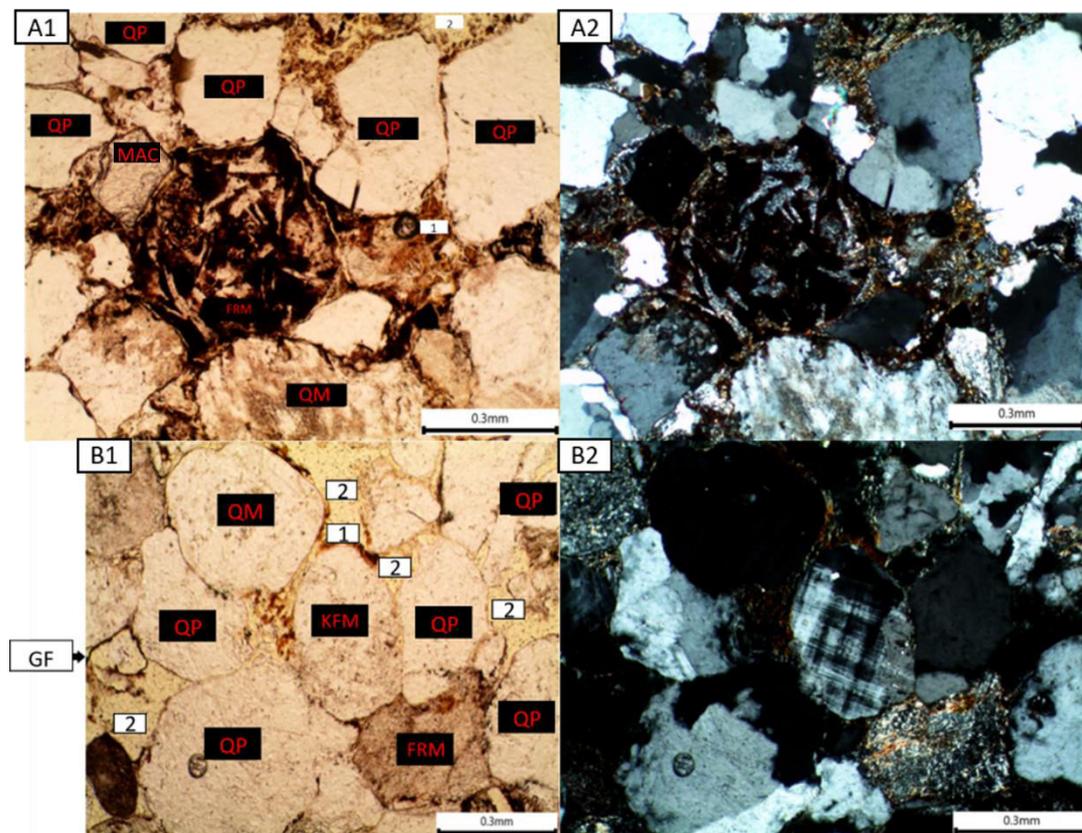
Fonte: modificado de Folk *et al.*, (1970).

Tabela 10 - Tabela de distribuição modal dos elementos componentes da amostra PSS09.

Nº	Constituintes	(%)	Quantidade Nominal
1	Biotita - Como grão monomineralico - Oxidado	2,33	Comum
2	Clorita detrítica - Como grão monomineralico - Dissolvido	1,00	Raro
3	Fragmento de rocha - - Alterado	1,33	Raro
4	Fragmento de rocha metamórfica - Como fragmento de rocha metamórfica - Dissolvido	3,33	Comum
5	Fragmento de rocha plutônica - Como fragmento de rocha plutônica - Oxidado	4,33	Comum
6	Fragmento de rocha sedimentar - Como constituinte intrabacial - Alterado	2,33	Comum
7	Fragmento de rocha vulcânica - Como fragmento de rocha vulcânica - Dissolvido	2,67	Comum
8	Grão ferrífero - Como grão monomineralico - Oxidado	0,67	Raro
9	Matriz detrítica indiferenciada - Como sedimento interno - Oxidado	3,33	Comum
10	Microclínio detrítico - Como grão monomineralico - Substituído	1,67	Comum
11	Muscovita - Como grão monomineralico -	2,00	Comum
12	Opaco - Como grão monomineralico - Oxidado	3,33	Comum
13	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Alterado	3,67	Comum
14	Plagioclásio detrítico - Como grão monomineralico - Substituído	2,67	Comum
15	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	4,33	Comum
16	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Fraturado	1,33	Raro
17	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	19,00	Abundante
18	Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico - Substituído	2,67	Comum
19	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Alterado	3,33	Comum
20	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Dissolvido	2,33	Comum
21	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Oxidado	16,33	Abundante
22	Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico - Substituído	1,33	Raro
23	Sanidina detrítica - Como grão monomineralico - Alterado	0,67	Raro
25	Quartzo - Crescimento - Intergranular cobertura de grão descontínua - - Crescimento externo sobre <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino -	4,67	Comum
26	Óxido/hidróxido de ferro diagenético indiferenciado - Cutícula - Intergranular cobertura de grão descontínua - Oxidado - Crescimento externo sobre <Constituinte	3,33	Comum
27	Poros intergranular - Arcabouço - - -	0,67	Raro
28	Poros intergranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	2,33	Comum
29	Poros intergranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico policristalino - Como grão monomineralico	0,33	Raro
30	Poros intragranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Opaco - Como grão monomineralico	0,67	Raro
31	Poros intragranular - Arcabouço - Ampliado por dissolução - Dissolução de <Constituinte primário> - Quartzo detrítico monocristalino - Como grão monomineralico	2,00	Comum

Fonte: autor.

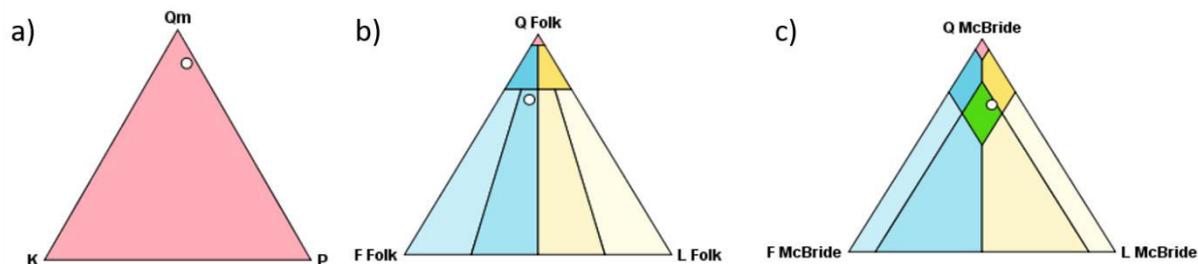
Figura 36 - Composição do arcabouço da amostra PSS09. A1) As siglas QP, QM, FRM e MAC representam, respectivamente, grãos de quartzo policristalino, quartzo monocristalino, fragmento de rocha metamórfica e minerais acessórios. Os números 1 e 2 representam, respectivamente, óxido/hidróxido de ferro e porosidade. A2) Composição da rocha em nicóis cruzados B1) A sigla KFM representa o feldspato alcalino microclínio, e GF representa um grão fantasma. B2) Grão de microclínio em nicóis cruzados.



Fonte: autor.

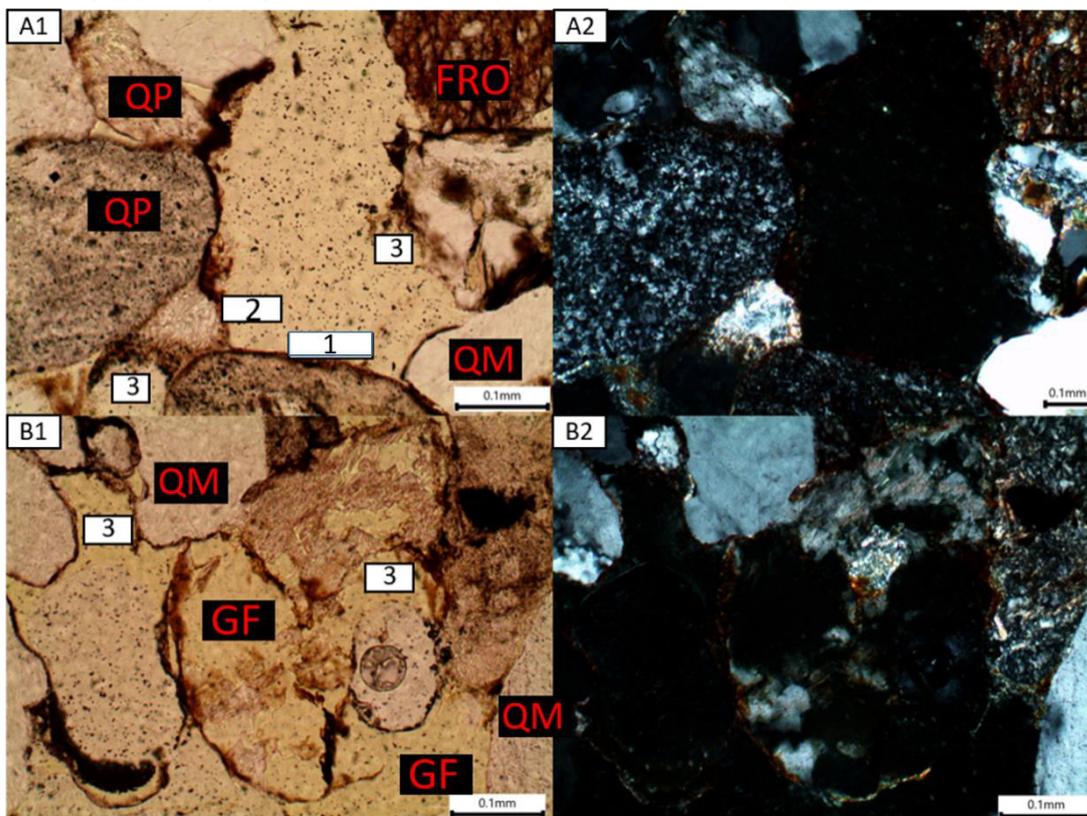
Dentre os elementos diagenéticos, sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo totalizam 4,67% da amostra e cutículas de óxidos/hidróxidos de ferro totalizam 3,33%. Os óxidos/hidróxidos de ferro ocorrem por toda a borda do grão (contínuo) ou apenas parcialmente (descontínuo) e o sobrecrescimento de quartzo ocorre de forma descontínua em grãos de quartzo monocristalino. Ocorrem grãos de feldspato parcialmente substituídos por ilita e caulinita. Em algumas porções ocorrem grãos de quartzo monocristalino e policristalino parcialmente dissolvidos (Fig. 38 e 39). A compactação mecânica ocorre por deformação de grãos moles, principalmente intraclastos lamosos que podem produzir pseudo-matriz ou grãos de argilominerais como a muscovita, biotita ou clorita (Fig. 40). A porosidade da rocha é predominantemente intergranular (3,33%) e intragranular (2,67%), ambas ampliadas por dissolução e ocorrendo no arcabouço.

Figura 37 - Classificações composicionais da amostra PSS09. a) Na classificação QKP, a porcentagem de quartzo (Q) é igual a 85,393%, a de feldspato alcalino (K) é de 3,933% e a porcentagem de plagioclásio (P) é igual a 10,674%. b) Na classificação de Folk, as porcentagens de quartzo, feldspato e fragmento lítico são respectivamente 70,370%, 18,056% e 11,574%, resultando em um arenito feldspático lítico. c) Por último, no diagrama de McBride, a porcentagem de quartzo é de 69,091%, enquanto a de feldspato é de 11,818% e a de fragmento lítico é de 19,091%, resultando em um arenito subfeldspático lítico.



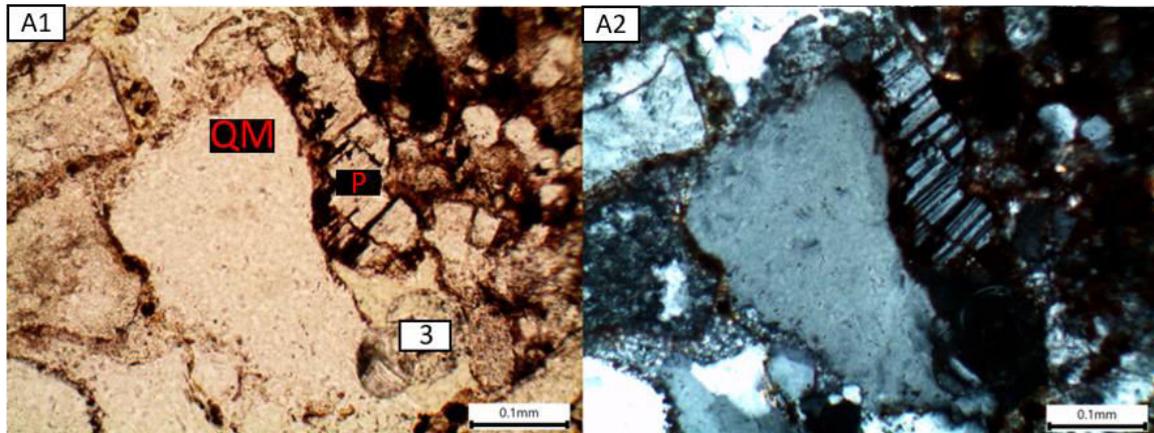
Fonte: modificado de McBride (1963), Folk *et al.*, (1970) e Harris (1989).

Figura 38: Composição principal dos grãos do arcabouço da amostra PSS09. Em A1) e B1), as siglas QM, QP, FRO e GF representam respectivamente, os grãos de quartzo monocrystalino, quartzo policristalino, fragmento de rocha oxidada e grão fantasma. Os números 1, 2 e 3 representam respectivamente cutícula de óxido/hidróxido de ferro, porosidade e dissolução. B2) Calcita poiquilotópica parcialmente dissolvida.



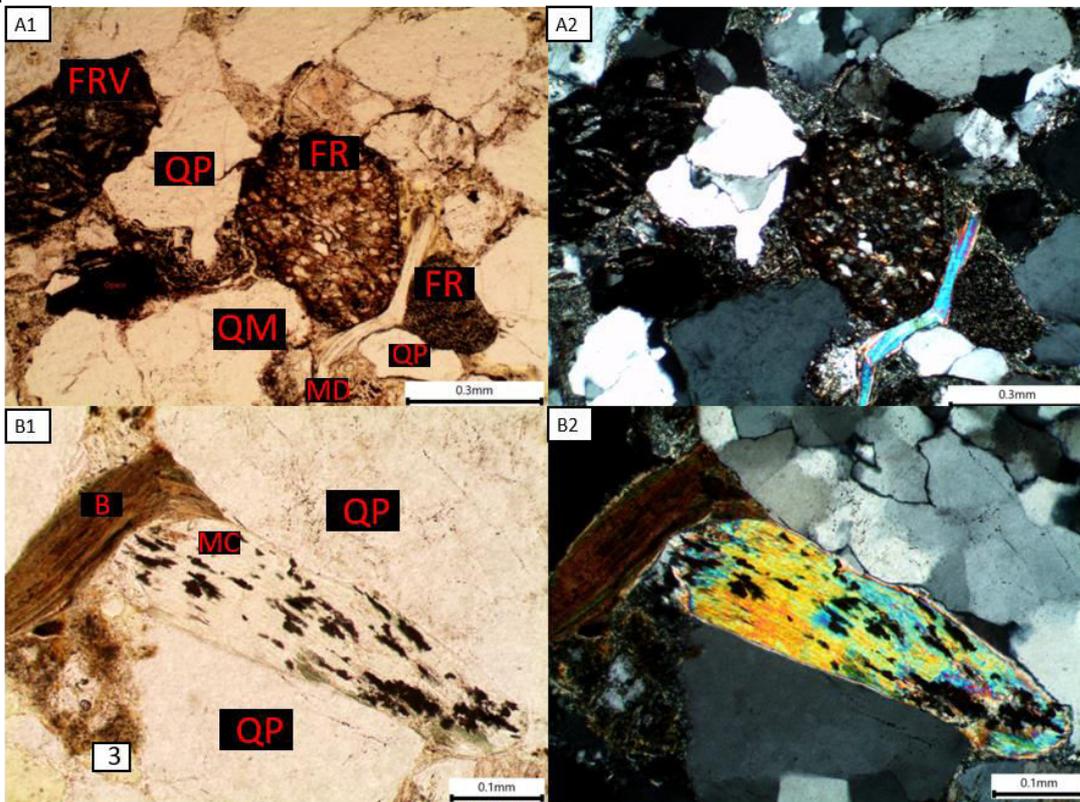
Fonte: autor.

Figura 39 - A1) O grão de quartzo monocristalino (QM) está pressionando o grão de plagioclásio (P) e deformando-o. Na porção inferior, o grão de plagioclásio está sendo dissolvido por pressão, aumentando a porosidade da rocha e formando óxido/hidróxido de ferro (3).



Fonte: autor.

Figura 40 - Composição principal dos grãos do arcabouço da amostra PSS09. Em A1) e B1), as siglas QM, QP, FR, FRV, MD, B e MC representam respectivamente, os grãos de quartzo monocristalino, quartzo policristalino, fragmento de rocha, fragmento de rocha vulcânica, muscovita deformada, biotita e muscovita cloritizada. A2) Muscovita com dupla deformação, na parte inferior direita. Na parte superior esquerda, litoclasto de rocha vulcânica com plagioclásios alongados. B2) Grão de muscovita cloritizada deformando grão de biotita, que está sendo parcialmente dissolvido.



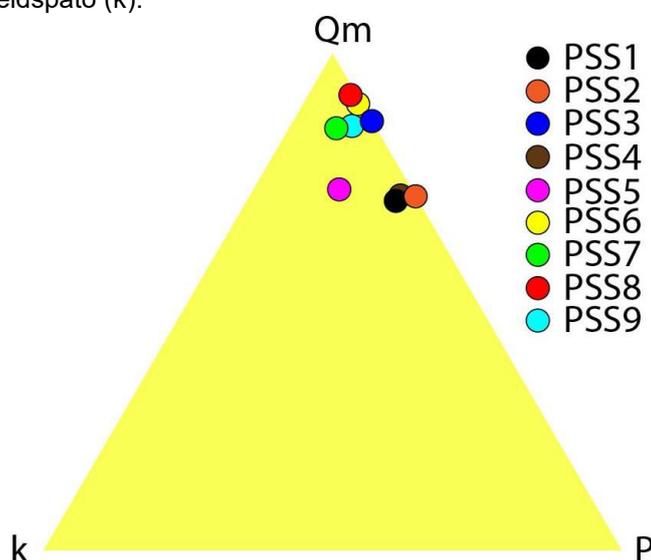
Fonte: autor.

## 7. DISCUSSÕES

Os resultados da análise composicional e textural das rochas da Formação Serra do Segredo apontam que existem variações composicionais e texturais conforme discutido abaixo.

No que diz respeito a composição, o quartzo é o componente de maior frequência em praticamente todas as amostras (exceto na amostra PSS03). Porém, sua proporção com relação aos demais elementos do arcabouço diminui para o topo da seção. Os grãos de plagioclásio são mais frequentes na base da seção (amostras PSS01, PSS02 e PSS04) e diminuem em direção ao topo. Os grãos de feldspato alcalino apresentam porcentagens semelhantes aos de plagioclásio nas amostras PSS05 e PSS07, indicando que há um aumento na quantidade de feldspato alcalino nas porções intermediárias e superiores da estratigrafia. Porém, nas demais amostras, a quantidade de feldspato plagioclásio é superior a de feldspato alcalino. A relação quartzo, K-feldspato e plagioclásio das amostras é ilustrada na Figura 41.

Figura 41 - Classificação composicional das amostras em relação a quartzo monocristalino (Qm), plagioclásio (P) e K-feldspato (k).

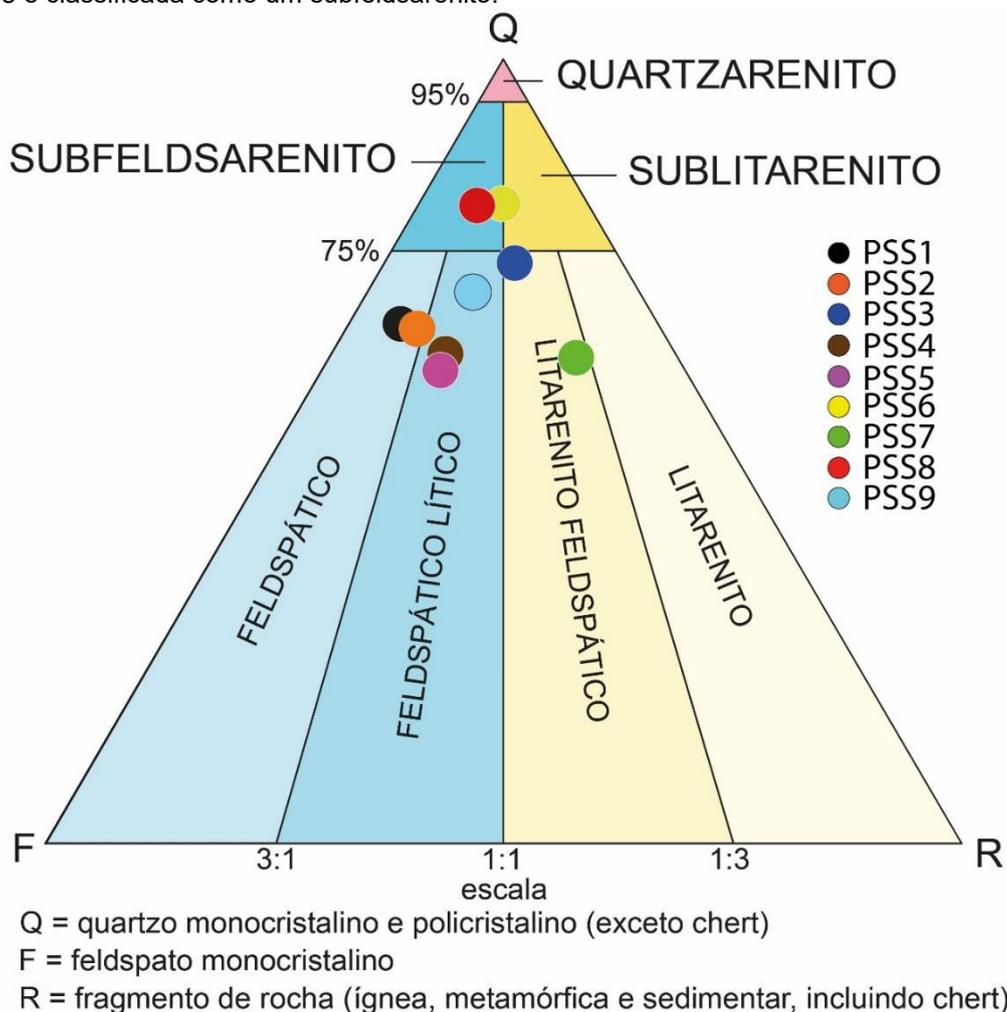


Fonte: modificado de Harris (1989).

A variação composicional é destacada pelo aumento de litoclastos vulcânicos e principalmente metamórficos nas porções superiores da estratigrafia, havendo um equilíbrio na proporção de litoclastos e grãos de plagioclásio. Esta proporção

fica evidenciada na Figura 42, onde a maioria das amostras são classificadas como arenito feldspático lítico e litarenito feldspático.

Figura 42 - Classificação composicional de Folk *et al.* (1970) para arenitos. As amostras PSS04, PSS05 e PSS09 são classificadas como arenito feldspático lítico; as amostras PSS01 e PSS02 são classificadas como arenito feldspático; as amostras PSS03 e PSS07 são classificadas como litarenito feldspático; a amostra PSS06 é classificada como sublarenito e, por último, a amostra PSS08 é classificada como um subfeldsarenito.



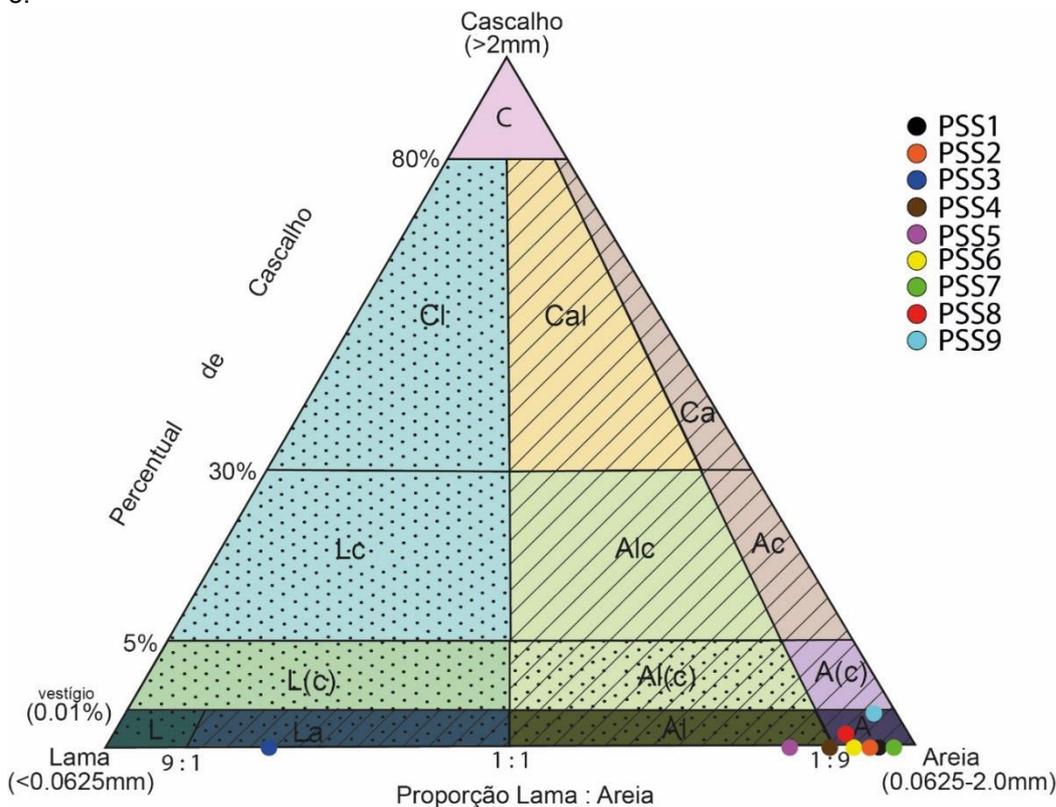
Fonte: modificado de Folk *et al.* (1970).

Na medida em que se sobe na estratigrafia, ocorre o aumento de fragmentos de rocha metamórfica e vulcânica, assim como o aumento de minerais micáceo, como a muscovita, a biotita e a clorita. Em contrapartida, ocorre proporcionalmente uma diminuição na porcentagem de grãos de plagioclásio.

O resultado da classificação textural de Folk *et al.* (1970) demonstra que seis amostras são classificadas como arenito (PSS01, PSS02, PSS04, PSS06, PSS07 e PSS08). A amostra PSS05 foi classificada como um arenito lamoso,

enquanto a amostra PSS09 foi classificada como um arenito levemente conglomerático. Por fim, a amostra PSS04 foi classificada como um lutito arenoso (Fig. 43).

Figura 43 - Classificação textural de Folk *et al.* (1970). As abreviaturas da imagem estão na Fig. 8.



Fonte: modificado de Folk *et al.* (1970).

No que diz respeito aos aspectos diagenéticos, todas as amostras apresentam cimentação do tipo cutícula de óxido/hidróxido de ferro. Outro tipo de cimento presente na rocha é o sobrecrescimento (*overgrowth*) de quartzo e plagioclásio em grãos de plagioclásio. O sobrecrescimento de quartzo ocorre principalmente em grãos de quartzo monocristalino.

A compactação da rocha pode ser tanto mecânica quanto química. A primeira favorece a formação de contatos do tipo longo e côncavo-convexo, aos quais ocorrem predominantemente nas amostras intermediárias e superiores da estratigrafia. A compactação química contribui para dissolução dos grãos do arcabouço, principalmente os grãos de plagioclásio e quartzo, resultando no aumento da porosidade da rocha. A precipitação de calcita poiquilotópica, preenchendo grãos dissolvidos, ocorre principalmente na amostra PSS03.

A porosidade da rocha é, em sua maioria, intergranular. Porém, pode ser encontrada porosidade intragranular, de fratura e de canal. O aumento da porosidade é contribuído, em todos os casos, pela dissolução dos grãos do arcabouço.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descrição das lâminas delgadas de amostras coletadas ao longo de um perfil na Formação Serra do Segredo forneceu informações quantitativas a respeito dos elementos detríticos e diagenéticos contidos na rocha. Atráves dessas informações e com o auxílio dos diagramas ternários, foi possível classificar e nomear as rochas. Texturalmente, as rochas foram classificadas como arenitos, arenitos levemente conglomeráticos, arenito lamoso e lutito arenoso. Os granulometria das rochas que compõem a Formação Serra do Segredo varia de grãos tamanho argila até seixo, e a distribuição percentual da variação de tamanho de grão é apresentada na Tabela 1.

As rochas também foram classificadas composicionalmente como arenito feldspático lítico, arenito feldspático, litarenito feldspático e sublitarenito. Tais rochas são compostas principalmente por grãos de quartzo, plagioclásio e por litoclastos metamórficos e vulcânicos. Grãos de biotita, muscovita, e clorita ocorrem em quantidades menores, aumentando na medida em que se sobe na estratigrafia, enquanto que os de plagioclásio ocorrem mais na base do que no topo.

Os principais aspectos diagenéticos das rochas da Formação Serra do Segredo são a compactação mecânica e química, a formação de cimento através de cutículas de óxido/hidróxido de ferro e o sobrecrecimento (*overgrowth*) de quartzo e plagioclásio, e o preenchimento de calcita poiquilotópica em grãos dissolvidos do arcabouço. Além disso, dissolução dos grãos do arcabouço através da compactação química proporciona a formação de grãos fantasmas, preservando apenas as bordas do grão dissolvido.

A partir dessas informações, conclui-se que a contagem modal é uma excelente ferramenta de descrição para as rochas sedimentares, pois a mesma fornece informações quantitativas a respeito dos aspectos composicionais e diagenéticos das rochas sedimentares. Através dela, é possível obter

informações confiáveis e menos tendenciosas, quando comparado aos métodos clássicos de descrição.

## 9. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.P.; **TECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO DO EDIACARANO AO ORDOVICIANO: EXEMPLOS DO SUPERGRUPO CAMAQUÃ (RS) E DO GRUPO CAACUPÉ (PARAGUAI ORIENTAL)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar. São Paulo, 2005.

ALMEIDA, R.P., SANTOS, M.G.M., FRAGOSO-CESAR, A.R.S., JANIKIAN, L., FAMBRINI, G.; Recurring extensional and strike-slip tectonics after the Neoproterozoic collisional events in the southern Mantiqueira province. **An Acad. Bras Ciências**, v.84 (2), p. 347–376, 2012.

BOGGS, S.; **Petrology of Sedimentary Rocks**. Cambridge University Press 2 ed., p. 600, 2009.

BORBA, A. W.; MIZUSAKI, A.M.P.; Santa Bárbara formation (Caçapava do Sul, southern Brazil): depositional sequences and evolution of an Early Paleozoic post-collisional basin J. S. Am. **Earth Sciences**, v.16, p. 365-380, 2003.

BORBA, A.W.; **Evolução geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico inferior do Escudo Sul-rio-grandense, RS, Brasil): uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotrópica**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, 2006.

BORBA, A.W.; SILVA, E.L; SOUZA, L.P.M.; SOUZA, L.F.; MARQUES, R.V.; **Relação entre geodiversidade intrínseca e a estruturação de *habitat* na escala do geossítio: exemplos na Serra do Segredo e nas Pedras das Guaritas (Caçapava do Sul, RS, Brasil)**. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Maio, 2016.

CARVALHO, P.F; Reconhecimento geológico no estado do rio grande do sul. **Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, v. 66, p. 1-72, 1932.

DE ROS, L.F; GOLDBERG, K.; ABEL, M.; VICTORETI, F.; MASTELLA, L.S.; CASTRO, E.; Advanced acquisition and management of petrographic information from reservoir rocks using the Petroledge® System. In: **AAPG Annual Conference and Exhibition, Long Beach, CA, Extended Abstracts**, 2007.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa Geológico Estado do Rio Grande do Sul**, escala 1:750.000. Porto Alegre, 2006.

FAMBRINI, L.; JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R.P.; FRAGOSO-CESAR, A.R.; O GRUPO SANTA BÁRBARA (EDIACARANO) NA SUB-BACIA CAMAQUÃ CENTRAL, RS: ESTRATIGRAFIA E SISTEMAS DEPOSICIONAIS. **Revista Brasileira de Geociências**, Junho, 2005.

FAMBRINI, G.L., ALMEIDA, R. P., FRAGOSO-CÉSAR, A. R. S. Estratigrafia e evolução paleogeográfica do Grupo Santa Bárbara (Ediacarano) na Sub-Bacia Camaquã ocidental, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, Anais, p. 550-564, 2006.

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

FOLK, R.L.; ANDREWS, P.B.; LEWIS, D.W.; Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland. **New Zeland Journal of Geology and Geophysics**, 1970.

GODINHO, L.P.; ALMEIDA, R.; MARCONATO, A.; SANTOS, M.G.; FRAGOSO-CESAR, A.R.; Análise de proveniência dos arenitos conglomeráticos do Grupo Guaritas (RS): implicações para o paleoclima e a paleogeografia da sub-bacia Camaquã Central no Eocambriano. **Geologia USP, Série Científica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 123-144, 2013.

**GOOGLE EARTH PRO**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/>>. 2019.

GUADAGNIN, F. **Imageamento aéreo de parte da Serra do Segredo na região da Fazenda Pedra Furada**. Trabalho Técnico – Universidade Federal do Pampa. 2017.

GUADAGNIN, F., CHEMALE, F.; DUSSIN, I.; JELINEK, A.; SANTO, M.; BORBA, M.; JUSTINO, D.; BERTOTTI, A.; ALESSANDRETTI, L. Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation. **Precambrian Research** 180, 156-182, 2010.

HARRIS, N.B.; DIAGENETIC QUARTZARENITE AND DESTRUCTION OF SECONDARY POROSITY: AN EXAMPLE FROM THE MIDDLE JURASSIC BRENT SANDTONES OF NORTHWEST EUROPE. **Geology**, v. 17, p. 361-364, 1989.

JANIKIAN, L., ALMEIDA, R.P., FRAGOSO-CESAR, A.R.S., MARTINS, V.T.S., DANTAS, E.L., TOHVER, E., MCREATH, I., D'AGRELLA-FILHO, M.S. Ages (U–Pb SHRIMP and LA ICPMS) and stratigraphic evolution of the Neoproterozoic volcano-sedimentary successions from the extensional Camaquã Basin, Southern Brazil. **Gondwana Res.** v. 21, p. 466–482, 2012.

KAHN J.S.; The analysis and distribution of the properties of packing in sand-size sediments: 1. on the measurement of packing in sandstones. **Journal of Geology**, 1956.

McBRIDE, E.F.; A Classification of Common Sandstones. University of Texas, Austin, Texas. **Exploration Research and Services Division**, Conoco inc. P.O. Box 1267, Ponca City, Oklahoma 74603, 1963.

NICHOLS, G., Sedimentology and Stratigraphy. **Wiley-Blackwell**, 2 ed., p. 419. 2009.

OLIVEIRA, C.H.E., JELINEK, A.R., CHEMALE JR., F., BERNET, M.; Evidence of post-Gondwana breakup in Southern Brazilian Shield: Insights from apatite and zircon fission track thermochronology. **Tectonophysics** v.666, p.173–187, 2016.

PAIM, P.S.G.; **Depositional systems and Paleogeographical evolution of the Camaquã and Santa Barbara Basins, Brazil.** Doctor Thesis, University of Oxford. Oxford, 1994.

**PETROLEDGE**; Disponível em: <<https://www.endeeper.com/pt-br/product/petroledge>>. 2019.

PETTIJOHN, F. J.; Sedimentary Rocks. Third Edition. Baltimore, Maryland: **HARPER & ROW, PUBLISHERS**, 1974.

PETTIJOHN, F. J., POTTER, P. E., SIEVER, R.; Sand and Sandstones. Second Edition. New York, Berlin, Heldeberg, London, Paris, Tokyo: **Springer-Verlag**, 1987.

TUCKER, M.; Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks. Third Edition. Durham. **Blackwell Publishing**. 2001.