

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEICIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE PETROGRÁFICA E PROVENIÊNCIA DO ARENITO  
PEDREIRA, GRUPO SÃO BENTO, JURÁSSICO SUPERIOR DA  
BACIA DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

**MATHEUS PHILIPPE BRÜCKMANN**

ORIENTADOR - Prof. Dr. Ruy Paulo Philipp

Volume I

Porto Alegre - 2017

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEICIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE PETROGRÁFICA E PROVENIÊNCIA DO ARENITO  
PEDREIRA, GRUPO SÃO BENTO, JURÁSSICO SUPERIOR DA  
BACIA DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

**MATHEUS PHILIPPE BRÜCKMANN**

ORIENTADOR - Prof. Dr. Ruy Paulo Philipp

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Cesar Leandro Schultz - Instituto de Geociências - UFRGS  
Prof. Dr. Marcus Vinicius Dorneles Remus - Instituto de Geociências - UFRGS  
Dra. Carla Klein – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (SUREG/Porto Alegre)

Dissertação de Mestrado apresentada  
como requisito parcial para a obtenção  
do Título de Mestre em Geociências

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Reitor: Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Jane Fraga Tutikian

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Brückmann, Matheus Philipe

Análise petrográfica e proveniência do Arenito Pedreira, Grupo São Bento, Jurássico Superior da Bacia do Paraná, sul do Brasil . / Matheus Philipe Brückmann. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. [54 f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2016.

Orientador(es):Ruy Paulo Philipp

1. Bacia do Paraná 2. Jurássico 3. Arenito Pedreira 4. Proveniência Mineralógica I. Título.

CDU 55

---

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Sônia Teresinha Duarte de Oliveira CRB 10/2310

## Resumo

Na região leste do RS, porção sul da Bacia do Paraná, ocorre uma unidade do Jurássico Superior denominada de Arenito Pedreira. Para definir as relações estratigráficas e caracterizar esta unidade foram avaliados dois furos de sondagem para pesquisa de carvão, situados na região de Osório. Foram coletadas amostras representativas para análise petrográfica e contagem modal dos minerais constituintes para definição da proveniência dos sedimentos. Esta unidade está depositada entre a Formação Botucatu por desconformidade sobreposta e a Formação Rio do Rastro, com a qual tem contato erosivo. O Arenito Pedreira é composto por uma sucessão de ciclos granodrecrescentes constituídos por arcóseos líticos e conglomerados arcoseanos clasto-suportados e polimíticos com grânulos e seixos subangulosos de varias litologias, que sucedem para pacotes de arenitos médios a grossos com estratificação cruzada tangencial e de baixo ângulo, finalizando em arcóseos com marcas de ondas e pelitos laminados no topo. Os litoclastos analisados representam rochas metamórficas de alto e baixo grau, granitoides, rochas sedimentares e vulcânicas básicas. As feições diagenéticas observadas caracterizam condições de eodiagenese e mesodiagenese, indicando um ambiente de clima continental seco. Os litoclastos descritos representam fontes associadas a um arco magmático dissecado e mostram características petrográficas semelhantes aquelas encontradas em rochas do Terreno Tijucas e do Batólito Pelotas, do Cinturão Dom Feliciano no RS. Estes dados sugerem uma área fonte próxima a área de deposição. A porção norte da estrutura soerguida do Arco de Rio Grande de direção NW-SE, representa a área fonte dos sedimentos que constituíram o Arenito Pedreira.

**Palavras-chave:** Bacia do Paraná, Jurássico, Arenito Pedreira, petrografia, proveniência mineralógica.

## Abstract.

In the eastern part of the State of Rio Grande do Sul, in the southern portion of the Paraná Basin, there is a Upper Jurassic unit informally called Pedreira Arenite. In define the stratigraphic relations and to characterize this unit, a description of the two drilling holes associated to coal research work situated in the Osório region. It was collected representative samples to petrographic analysis and the modal count of the constituent minerals was carried out to define the provenance and origin of the sediments. This unit is deposited under Botucatu Formation by to unconformity and over Rio do Rastro Formation, with which it has erosive contact. The Pedreira Arenite is composed of a succession of granodrecrescent cycles consisting of lithic arkoses and conglomerate sandstones, clast-supported and polymitic with subangular granules and pebbles of various lithologies, which succeed for medium to thick sandstone packages with tangential and low angle cross-stratification. This package ending in marks of waves arkoses and laminated mudstones at the top. The analyzed lithoclasts are represented by high and low metamorphic rocks, granitoids, sedimentary and volcanic rocks. The diagenetic features found characterize conditions of eodiagenesis and mesodiagenesis, where the environment present features of continental dry climate environment. The provenance studies highlight sources associated with dissected magmatic arc and shows petrographic features similar to the rocks founded in Tijucas Terrane and Pelotas Batholith, of the Dom Feliciano Belt in the RS State. This data refers to a source area very close to the deposition area. The north portion of the positive structure of NW-SE direction called Rio Grande Arch, represent the source area of the sediments that generated the Pedreira Arenite.

**Keywords.** Paraná Basin, Jurassic, Pedreira Arenite, petrography, mineralogical provenance.

## **Estruturação da dissertação**

Este trabalho é uma dissertação de mestrado no formato de artigo científico de acordo com a Norma 103 de Submissão de Teses e Dissertações do Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A estrutura desta dissertação se dispõe em três capítulos, o Capítulo I descreve a introdução com os objetivos do trabalho, a revisão do estado da arte, o contexto geológico regional e local, e os métodos aplicados.

O Capítulo II contém o corpo principal deste trabalho na forma artigo científico, este submetido a revista Pesquisas em Geociências do Instituto de Geociências da UFRGS no ano de 2017.

O Capítulo III apresenta uma sucinta conclusão seguida das referências bibliográficas.

## **Conteúdo**

Capítulo I .....	6
1. Introdução .....	6
2. A Bacia do Paraná na região sul do Brasil .....	7
3. Métodos adotados .....	10
Capítulo II .....	13
1. Introdução .....	15
2. Área, Materiais e Métodos.....	16
2.1 Contexto Tectônico .....	16
2.2 Geologia do Arenito Pedreira .....	22
2.3 Materiais e métodos .....	27
3. Resultados .....	28
3.1 Petrografia.....	28
3.2 Aspectos Diagenéticos .....	37
3.3 Ambiente Depositional .....	38
4. Discussões .....	40
5. Conclusões.....	44
Referências Bibliográficas .....	44
Capítulo III .....	52
1. Conclusões.....	52
Referências Bibliográficas .....	53

## Capítulo I

### 1. Introdução

O estudo petrográfico macroscópico e microscópico descritivo associado a estratigrafia em bacias sedimentares nos permite classificar as litologias, avaliar os processos diagenéticos e caracterizar as fontes da sedimentação de acordo com diagramas geotectônicos de proveniência. A integração dos dados de campo com estas informações possibilita definir o ambiente e as condições de deposição, avaliar os processos de litificação envolvidos e as áreas fontes dos sedimentos. Desta forma, a petrografia nos auxilia no entendimento da evolução e na correlação de unidades estratigráficas dentro de uma bacia.

Na região leste do estado do Rio Grande do Sul, a estratigrafia da sessão tipo da porção sul da Bacia do Paraná é representada pelas grandes sequências fluviais efêmeras de idade permo-triássica das formações Rio do Rastro e Pirambóia, registrando a intensa mudança climática causadas por atividades vulcânicas. Recobrimo estas unidades, o intervalo Juro-Cretáceo é caracterizado pelas rochas das formações Botucatu e Serra Geral, esta última associada com os processos de abertura do Oceano Atlântico (Lavina & Scherer, 2003).

No entanto, uma unidade distinta, depositada provavelmente entre o Triássico Superior e o Jurássico Inferior, denominada informalmente de Arenito Pedreira, é encontrada nos municípios de São Leopoldo, Sapucaia do Sul (Nowatski & Kern, 2000) e agora neste estudo, foi descrita em furos de sondagem a leste do município de Osório (Espíndola, 2017). A porção inferior da sucessão do Arenito Pedreira esta sobreposta através de um contato erosivo com os pelitos do topo da Formação Rio do Rastro. O limite superior do Arenito Pedreira esta marcado pela transição para a Formação Botucatu através de desconformidade (Nowatzki & Klein, 2001) (Fig. 1).

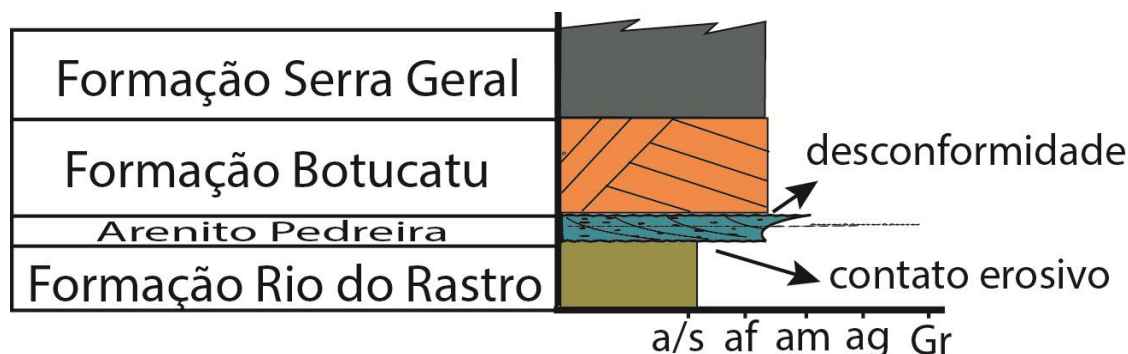


Figura 1: Sessão estratigráfica simplificada da região de Sapucaia do Sul e São Leopoldo, onde correm afloramentos do Arenito Pedreira.

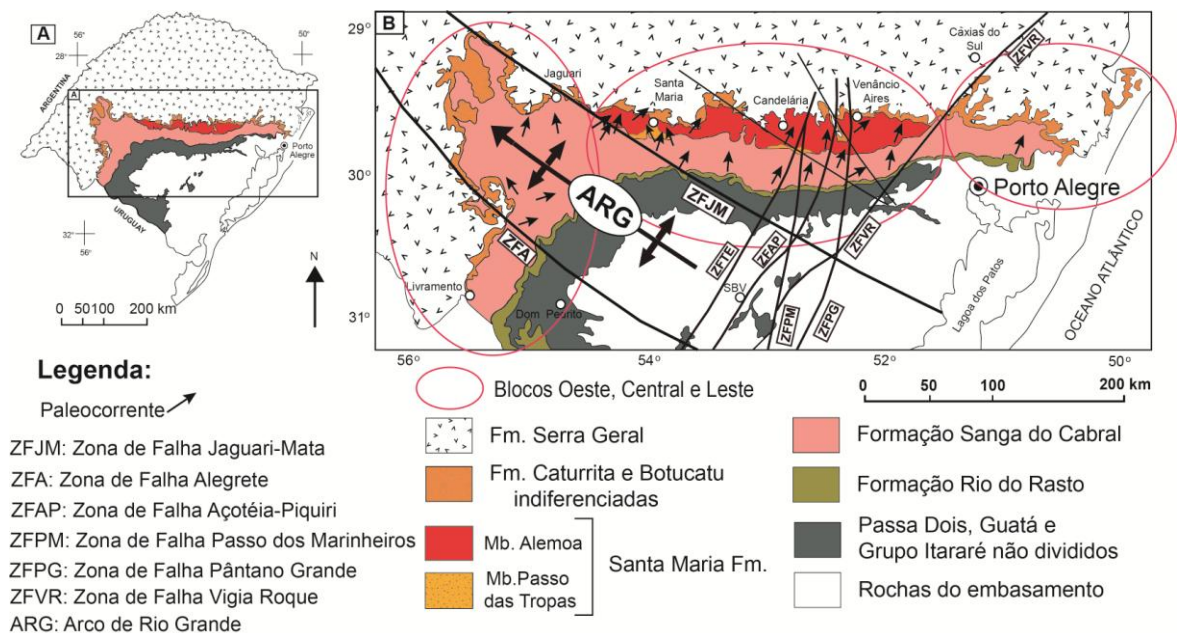
O objetivo principal desta dissertação é caracterizar através da análise petrográfica a unidade denominada Arenito Pedreira, a fim de correlacioná-la com as unidades da Formação Guará, encontradas na região de Santana do Livramento, porção sudoeste do estado do RS. Este trabalho também objetiva caracterizar os processos tectônicos envolvidos na sedimentação desta unidade a partir da avaliação petrográfica das possíveis fontes de sedimentos (proveniência geotectônica pelo método Gazzi-Dinckinson) e das condições diagenéticas atuantes durante a litificação. Os resultados obtidos são utilizados para avaliar a correlação com a Formação Guará e auxiliam no entendimento da evolução tectônica da borda sudeste da Bacia do Paraná na transição entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior.

## **2. A Bacia do Paraná na região sul do Brasil**

A Bacia do Paraná (BP) possui uma forma oval e alongada com direção N10-30°E e se estende por vários países da América do Sul. A BP esta composta por uma ampla sucessão de rochas sedimentares cobertas na sua porção superior por associações de rochas vulcânicas básicas e ácidas. A espessura no depocentro da bacia atinge cerca de 7000 metros e registra uma história deposicional de mais de 350 Ma, entre o Ordoviciano e o Cretáceo Superior (Milani *et al.* 1998). A BP começou sua deposição como um golfo aberto e com o crescimento do Gondwanides, transformou-se em uma bacia intracratônica, constituindo uma imensa região sedimentar da América do Sul. Na maior parte da sua evolução, ela tem se comportado como uma bacia de *foreland*, com a forma de um golfo aberto na direção sul-sudoeste. Os levantamentos regionais e tectônicos integrados por Milani & Ramos (1998) concluíram que a estratigrafia da BP está diretamente relacionada com a evolução tectônica da porção sudoeste de Gondwana e com a geração do Gondwanides. Os autores demonstraram a correlação entre os ciclos de subsidência e os episódios de compressão que afetaram a margem ocidental do antigo continente durante o Fanerozóico e levaram a construção da cadeia andina. O pacote sedimentar da BP não apresenta um registro contínuo, mas uma evolução policíclica, como resultado de sucessivos episódios de sedimentação e tectônica. Milani (1997) dividiu o preenchimento da bacia em seis supersequências limitadas por discordâncias regionais, representando os longos períodos de erosão e sedimentação. Cada uma destas supersequências é individualizada por processos de subsidência de natureza variada, recorrentes no tempo e na posição geográfica. O preenchimento da Bacia do Paraná na região sul do Brasil, inicia no Carbonífero com as unidades glaciais do Grupo Itararé, passando por unidades flúvio-eólicas dos grupos Guatá e Passa Dois, do Carbonífero Médio

ao Permiano Superior (formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Teresina). As grandes seqüências fluviais efêmeras do Permo-Triássicas (formações Rio do Rastro, Pirambóia, Sanga do Cabral e Santa Maria), marcaram a continentalização da Bacia do Paraná, relacionada a grandes mudanças climáticas causadas pelo aumento das atividades vulcânicas no planeta. As unidades posteriores, entre o Jurássico e o Cretáceo, registram a desertificação da região. Os sistemas fluviais efêmeros da Formação Guará gradam para pequenos campos de dunas eólicas, as quais são sotopostas por um grande deserto composto pelos grandes campos de dunas eólicas da Fm. Botucatu. Este deserto é invadido em parte pelo vulcanismo basáltico do Grupo Serra Geral, com intenso magmatismo fissural relacionado aos processos de abertura do Atlântico Sul. Este vulcanismo básico é recoberto na sua porção mais superior por rochas ácidas (riolitos e riodacitos) finalizando a evolução da Bacia do Paraná (Bastien, *et al.*, 2015).

Estudos desenvolvidos por Lavina & Scherer (2003), propõem uma subdivisão da porção sul da Bacia do Paraná em três blocos. (i) Bloco Central; (ii) Bloco Oeste e (iii) Bloco Leste (Fig. 2). Esta subdivisão é baseada nas descrições faciológicas, deposicionais, estratigráficas e tectônicas. A partir de trabalhos de mapeamento foi constatado que a arquitetura estratigráfica da faixa gonduânica é bastante complexa, ocorrendo marcadas variações regionais na organização das diferentes seqüências deposicionais.



**Figura 2: A) Mapa geológico da Bacia do Paraná no RS; B) Mapa geológico da borda sul da BP destacando os Blocos Oeste, Central e Leste**

O Bloco Leste da BP caracteriza a arquitetura de fácies Neopermiano-Mesozóico. Os depósitos marinhos rasos e lacustres da Formação Teresina, os depósitos lacustres e deltaicos



da Formação Rio do Rasto e os campos de dunas eólicas da Formação Pirambóia, sofrem uma drástica redução de espessura nesta região e apresentam relações de contatos discordantes entre si. Também, a ausência das sequências flúvio-lacustres e flúvio-eólicas das Formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Guará, coloca a Formação Pirambóia em contato direto com a Formação Botucatu, em grande parte da região (Lavina & Scherer, 2003).

No entanto, uma unidade distinta, ainda não encontrada no Bloco Leste e depositada, provavelmente, entre o Triássico Superior e o Jurássico Inferior, denominada informalmente de Arenito Pedreira, é encontrada nos municípios de São Leopoldo e Sapucaia do Sul (Nowatzki & Kern, 2000). Esta unidade é novamente descrita nesta dissertação, em furos de sondagem de campanha de prospecção de carvão, situados a leste do município de Osório (Espíndola, 2017). A porção inferior da sucessão do Arenito Pedreira esta sobreposta através de um contato erosivo com os pelitos do topo da Formação Rio do Rasto. O limite superior do Arenito Pedreira esta marcado pela transição para a Formação Botucatu através de desconformidade (Nowatzki & Klein, 2000) (Fig1 e 3).

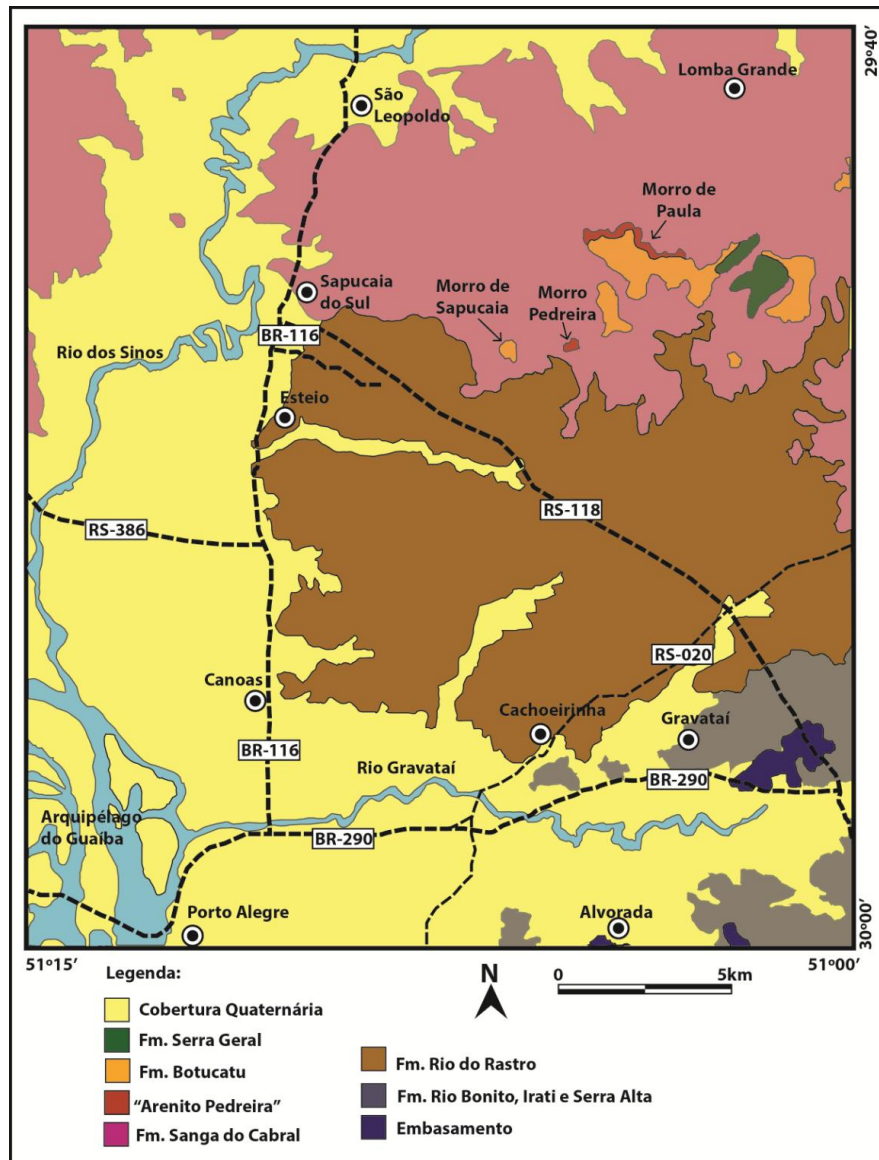


Figura 3 Mapa geológico simplificado da porção norte da região metropolitana de Porto Alegre, RS. Observar a localização das ocorrências do Arenito Pedreira no Morro da Pedreira e no Morro de Paula. Modificado de Nowatzky & Kern (2000).

### 3. Métodos adotados

Para este estudo, foram adotados métodos que envolveram pesquisa bibliográfica, trabalho de campo, descrição de testemunhos de sondagem, confecção e descrição de lâminas delgadas e análise modal dos constituintes.

A análise petrográfica dos furos de sondagem teve com objetivo descrever os tipos litológicos e as estruturas sedimentares, com reconhecimento petrográfico (macro e microscópico) dos clastos e seixos encontrados nos níveis de arcóseos líticos e arenitos conglomeráticos. A caracterização petrográfica foi realizada utilizando sete lâminas delgadas

de diferentes níveis de arcóseos líticos e arenitos conglomeráticos dos furos de sondagem TG-98 e TG-100. As lâminas das amostras PI-1, PI-3, PI-6, PI-7a, PI-7b, PI-8 e PI-10 foram confeccionadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Centro de Pesquisas em Petrologia e Geoquímica (CPGq) do Instituto de Geociências da UFRGS. As lâminas foram descritas e fotomicrografadas em um microscópio petrográfico modelo Leica X-7000.

Para classificar e avaliar a proveniência das amostras selecionadas dentro do contexto tectônico foi utilizado o método Gazzi & Dickinson (Dickinson, 1985), através da contagem modal dos componentes a partir de 600 pontos por amostra (Weltje, 2002). As análises modais foram feitas com a utilização de um *charriot* acoplado a platina do microscópio da marca Meiji Techno modelo ML9720. A contagem de pontos foi realizada utilizando-se o *software* PETROLEG (desenvolvido na Universidade federal do Rio Grande do Sul). Para avaliar a proveniência dos arenitos, a moda composicional petrográfica deve ser tratada como a moda mineralógica somada a informações sobre a composição e textura dos grãos policristalinos, que fornecem a relação direta com as assembléias de rocha da área fonte (Weltje, 2002).

O método Gazzi-Dickinson é uma técnica quantitativa da composição total por contagem de pontos utilizada para medir estatisticamente os componentes de uma rocha sedimentar, principalmente arenito. Este método enfatiza o uso de técnicas petrográficas para reconstruir o contexto tectônico da bacia sedimentar (Dickinson, 1985; Weltje, 2002). Weltje (2002) ressalta, entretanto, que a base estatística teórica dos métodos de processamento dos dados composicionais de análise em diagramas ternários de (sub) composições restritas a quartzo, feldspato e líticos gera uma limitação estatística, tornando a análise apenas semi-quantitativa. A apreciação petrográfica para fins de correlação com ambientes tectônicos específicos é o primeiro método da análise de proveniência dos litotipos de interesse. O foco principal para a técnica está na contagem de todos os componentes do tamanho de areia como grãos separados, independentemente do modo que eles estão conectados. Esta contagem é convertida em percentagens para comparar a composição em estudos de proveniência. A contagem de pontos Gazzi-Dickinson é utilizada na criação de diagramas ternários, como o diagrama QFL, que diferencia os ambientes geotectônicos deposicionais. Os índices dos diagramas são representados por Qt, Qm, F e L. O índice Qt ou quartzo total representa os grãos de quartzo macrocristalino mono ou policristalinos, isolados ou dentro de fragmentos de rochas plutônicas, sedimentares ou metamórficas, ou seja,  $Qt = Qm + Qp$ . O índice Qm ou quartzo macrocristalino, corresponde a fragmentos com tamanhos superiores a 0,06 mm, monocristalino ou policristalino grosso. O índice Qp ou quartzo policristalino fino é

representado por grãos com tamanho inferior a 0,06 mm, de origem sedimentar (*chert*) ou metamórfico de baixo grau. O índice F representa os grãos de K-feldspato e plagioclásio isolados dentro de fragmentos de rochas e com tamanhos superiores a 0,06 mm. O índice L é representado por fragmentos de rochas vulcânicas e hipabissais (Lv) e por fragmentos de rochas sedimentares e metamórficas (Ls), compostos por cristais ou grãos com tamanhos inferiores a 0,06 mm. O índice Lt representa o total de litoclastos representados por L+Qp.

---

Porto Alegre, 31 de janeiro de 2017.

Ao  
Matheus P. Brückman e colaboradores

Venho comunicar o recebimento do manuscrito listado, submetido para publicação em *Pesquisas em Geociências*, órgão de divulgação científica editado pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Contudo, para dar prosseguimentos às atividades editoriais, é necessário realizar ajustes, necessitando, portanto, de nova submissão.

Principais problemas encontrados:

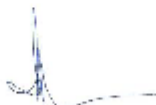
1. Não é permitida a indicação de nome de pesquisadores como revisor quando da mesma instituição dos autores.
2. Resumo, *resumen* e *abstract*: devem abordar de forma clara e concisa a problemática, os objetivos, os métodos, os resultados e as conclusões, nesta ordem; comportar até 20 linhas, em fonte 11, parágrafo único (reco de 1 cm à direita e à esquerda), espaço entre linhas simples, sem citações bibliográficas.
3. Rever o abstract, pois há vários problemas de língua.
4. Não inserir ou citar figuras na introdução.
5. Figuras compostas devem ter título geral, antes dos específicos de cada parte (A, B...).
6. Há partes da introdução que devem constar em métodos e resultados.
7. Revisar o texto em termos de língua (ortografia, acentuação, concordância).
8. "et al." deve constar sempre em itálico; quando entre parênteses: (*et al.*, XXX), quando não: *et al.* XXX.
9. Algumas figuras são compostas, necessitando da inserção de A, B... no canto superior esquerdo e ajuste da legenda.
10. A maior parte das referências está redigida fora das normas da revista.

Utilizem o arquivo em anexo para contendo algumas indicações das modificações solicitadas, para confecção de um novo arquivo. Agradeço a seleção de *Pesquisas em Geociências* para a publicação de sua contribuição. Uma nova versão é aguardada até o dia 28/02/2017.

**Manuscrito 658: Análise petrográfica e proveniência do Arenito Pedreira, Grupo São Bento, Jurássico Superior/Cretáceo Inferior da Bacia do Paraná, sul do Brasil.**

**Autores: Matheus P. Brückmann, Ruy Paulo Philipp, Claiton Marlon dos Santos Scherer, Eduardo Espíndola & Leonardo Halfen.**

Atenciosamente,



---

Prof. Dr. Paulo Alves de Souza - Editor Chefe

*Pesquisas em Geociências*  
Instituto de Geociências - Departamento de Paleontologia e Estratigrafia  
Av. Bento Gonçalves, nº 9500 - Bloco 1 - Prédio 43127  
CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.  
Email: paulo.alves.souza@ufrgs.br

# **Análise petrográfica e proveniência do Arenito Pedreira, Grupo São Bento, Jurássico Superior/Cretáceo Inferior da Bacia do Paraná, sul do Brasil**

## **Petrographic analysis and provenance of Arenito Pedreira, São Bento Group, Upper Jurassic/Lower Cretaceous of the Paraná Basin, southern Brazil**

Matheus P. BRÜCKMANN<sup>1</sup>; Ruy Paulo PHILIPP<sup>2</sup>; Claiton Marlon dos Santos SCHERER<sup>2</sup>; Eduardo ESPÍNDOLA<sup>1</sup> & Leonardo HALFEN<sup>3</sup>

- (1) Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9.500, CEP 91.540-000, Porto Alegre, Brasil. E-mail: matheusbruck@gmail.com; eduardo.espindola@ufrgs.br.
- (2) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 9.500, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: ruy.philipp@ufrgs.br; claiton.scherer@ufrgs.br.
- (3) Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Campus do Vale. Av. Bento Gonçalves, 9.500, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail:leonardohalfen@gmail.com.

**Resumo.** Na região leste do RS, porção sul da Bacia do Paraná, ocorre uma unidade Jurássica denominada de Arenito Pedreira. Para definir as relações estratigráficas e caracterizar esta unidade foram avaliados dois furos de sondagem para pesquisa de carvão, situados na região de Osório. Foram coletadas amostras representativas para análise petrográfica e contagem modal dos minerais constituintes para definição da proveniência dos sedimentos. Esta unidade está depositada entre a Formação Botucatu por desconformidade sobreposta e a Formação Rio do Rastro, com a qual tem contato erosivo. O Arenito Pedreira é composto por uma sucessão de ciclos granodécrescentes constituídos por arcóseos líticos e conglomerados arcoseanos clasto-suportados e polimíticos com grânulos e seixos subangulosos de varias litologias, que sucedem para pacotes de arenitos médios a grossos com estratificação cruzada tangencial e de baixo ângulo, finalizando em arcóseos com marcas de ondas e pelitos laminados no topo. Os litoclastos analisados representam rochas metamórficas de alto e baixo grau, granitoides, rochas sedimentares e vulcânicas básicas. As feições diagenéticas observadas caracterizam condições de eodiagenese e mesodiagenese, indicando um ambiente de clima continental seco. Os litoclastos descritos representam fontes associadas a um arco magmático dissecado e mostram características petrográficas semelhantes aquelas encontradas em rochas do Terreno Tijucas e do Batólito Pelotas, do Cinturão Dom Feliciano no RS. Estes dados sugerem uma área fonte próxima a área de deposição.

**Palavras-chave.** Bacia do Paraná, Jurássico, Arenito Pedreira, petrografia, proveniência mineralógica.

**Abstract.** In the eastern part of the State of Rio Grande do Sul, in the southern portion of the Paraná Basin, there is a Jurassic unit informally called Pedreira Arenite. In define the stratigraphic relations and to characterize this unit, a description of the two drilling holes associated to coal research work situated in the Osório region. It was collected representative samples to petrographic analysis and the modal count of the constituent minerals was carried out to define the provenance and origin of the sediments. This unit is

deposited under Botucatu Formation by to unconformity and over Rio do Rastro Formation, with which it has erosive contact. The Pedreira Arenite is composed of a succession of granodecrescent cycles consisting of lithic arkoses and conglomerate sandstones, clast-supported and polymitic with subangular granules and pebbles of various lithologies, which succeed for medium to thick sandstone packages with tangential and low angle cross-stratification. This package ending in marks of waves arkoses and laminated mudstones at the top. The analyzed lithoclasts are represented by high and low metamorphic rocks, granitoids, sedimentary and volcanic rocks. The diagenetic features found characterize conditions of eodiagenesis and mesodiagenesis, where the environment present features of continental dry climate environment. The provenance studies highlight sources associated with dissected magmatic arc and shows petrographic features similar to the rocks founded in Tijucas Terrane and Pelotas Batholith, of the Dom Feliciano Belt in the RS State. This data refers to a source area very close to the deposition area.

**Keywords.** Paraná Basin, Jurassic, Pedreira Arenite, petrography, mineralogical provenance.

## 1. Introdução

A análise petrográfica é uma importante ferramenta a ser aplicada na estratigrafia de bacias sedimentares, permitindo classificar as litologias, avaliar os processos diagenéticos e caracterizar as fontes da sedimentação. A integração dos dados de campo com estas informações possibilita definir de forma mais precisa o ambiente e as condições de deposição, avaliar a extensão dos processos de litificação e investigar as áreas fontes dos sedimentos. Desta forma, a petrografia nos auxilia no entendimento da evolução e na correlação de unidades estratigráficas dentro de uma bacia.

Na região leste do estado do Rio Grande do Sul, a estratigrafia da sessão tipo da porção sul da Bacia do Paraná é representada pelas grandes sequências fluviais efêmeras de idade permo-triássica das formações Pirambóia e Rio do Rastro, registrando a intensa mudança climática do período associada ao incremento das atividades vulcânicas. Recobrando estas unidades, o intervalo Juro-Cretáceo é caracterizado pelas rochas das formações Botucatu e Serra Geral, esta última associada com os processos de abertura do Oceano Atlântico. No entanto, uma unidade distinta, depositada provavelmente entre o Triássico Superior e o Jurássico Inferior, denominada informalmente de Arenito Pedreira, foi encontrada nos municípios de São Leopoldo e Sapucaia do Sul (Nowatski & Kern, 2000), e agora neste estudo, é descrita em furos de sondagem situados a leste do município de Osório. A porção inferior da sucessão do Arenito Pedreira esta sobreposta através de um contato erosivo com os pelitos do topo da Formação Rio do Rastro. O limite superior do Arenito Pedreira esta marcado pela transição para a Formação Botucatu através de desconformidade (Nowatzki & Klein, 2001).

O Arenito Pedreira é composto por uma sucessão de ciclos granodecrescentes constituídos por arcóseos líticos e conglomerados arenosos clasto-suportados e polimíticos. Os litoclastos variam de grânulos a seixos de para e ortognaisses de médio a alto grau, metassedimentos e metavulcanoclásticas de baixo grau, granitos miloníticos, granitos indeformados, rochas sedimentares e vulcânicas.

Para caracterizar o Arenito Pedreira, foi realizada uma análise petrográfica de dois furos de sondagem e selecionadas sete lâminas delgadas representativas. O objetivo deste trabalho é caracterizar os processos tectônicos envolvidos durante a sedimentação desta unidade a partir da avaliação petrográfica das possíveis fontes de sedimentos e das condições diagenéticas atuantes durante a litificação. Os resultados obtidos foram utilizados para avaliar a correlação do Arenito Pedreira com a Formação Guará e auxiliar na interpretação da evolução da borda sudeste da Bacia do Paraná na transição entre o Jurássico e o Cretáceo.

## **2. Área, Materiais e Métodos**

### *2.1 Contexto Tectônico*

A Bacia do Paraná (BP) possui uma forma oval e alongada com direção N10-30°E e se estende por vários países da América do Sul. A BP esta composta por uma ampla sucessão de rochas sedimentares cobertas na sua porção superior por associações de rochas vulcânicas básicas e ácidas (Fig. 1A). A espessura no depocentro da bacia atinge cerca de 7000 metros e registra uma história deposicional de mais de 350 Ma, entre o Ordoviciano e o Cretáceo Superior (Milani *et al.* 1998). A BP começou sua deposição como um golfo aberto e com o crescimento do Gondwanides, transformou-se em uma bacia intracratônica, constituindo uma imensa região sedimentar da América do Sul. Na maior parte da sua evolução, ela tem se comportado como uma bacia de *foreland*, com a forma de um golfo aberto na direção sul-sudoeste (Fig. 1). Os levantamentos regionais e tectônicos integrados por Milani & Ramos (1998) concluíram que a estratigrafia da BP está diretamente relacionada com a evolução tectônica da porção sudoeste de Gondwana e com a geração do Gondwanides. Os autores demonstraram a correlação entre os ciclos de subsidência e os episódios de compressão que afetaram a margem ocidental do antigo continente durante o Fanerozóico e levaram a construção da cadeia andina. O pacote sedimentar da BP não apresenta um registro contínuo, mas uma evolução policíclica, como resultado de sucessivos episódios de sedimentação e tectônica. Milani (1997) dividiu o preenchimento da bacia em seis supersequências limitadas por discordâncias regionais, representando os longos períodos de erosão e sedimentação. Cada



uma destas supersequências é individualizada por processos de subsidência de natureza variada, recorrentes no tempo e na posição geográfica.

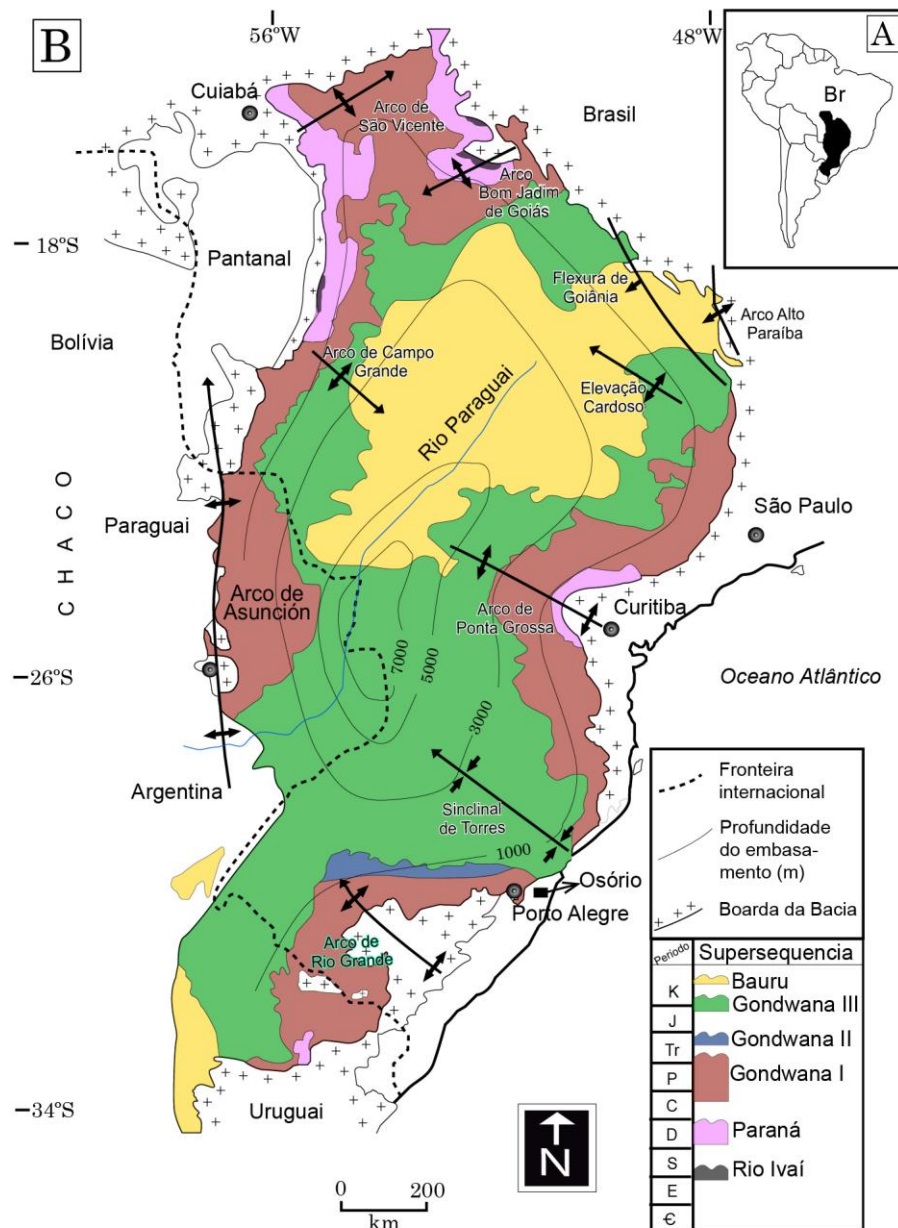


Figura 4: A) Localização e área de exposição da Bacia do Paraná no Brasil; B) Mapa tectônico simplificado da Bacia do Paraná destacando os limites do embasamento e as áreas cobertas por rochas sedimentares e vulcânicas. Também são apresentadas as seis Supersequências propostas por Milani (1997), o contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino e as principais estruturas da bacia. A localização da área de estudo é marcada por um retângulo preto.

Figure 1: A) Location and exposure area of the Paraná Basin in Brazil; B) Simplified tectonic map of the Paraná Basin highlighting the limits of the basement and the areas covered by sedimentary and volcanic rocks.

*sedimentary and volcanic rocks. Also presented are the six Supersequences proposed by Milani (1997), the structural contour (depth) of the crystalline basement and the main structures of the basin. The location of the study area is marked by a black rectangle.*

O atual contorno da BP é erosivo ou marcado por estruturas tectônicas correspondentes às grandes protuberâncias (arcos) e elementos de flexão relacionados com a reativação de zonas de fraqueza da crosta continental geradas no neoproterozóico durante a construção final da Província Mantiqueira (Almeida, 1967, 1969, 1980; Milani, 1997; Holz et al. 2006). O embasamento da bacia é caracterizado por núcleos continentais antigos e fragmentos de áreas cratônicas do Arqueano e do Paleoproterozóico, envoltos por cinturões orogênicos neoproterozóicos associados ao ciclo orogênico Brasileiro (900-540 Ma). Na porção sul, a BP se deposita sobre a borda retrabalhada do Cráton Rio de La Plata (CRLP), composta por fragmentos do Terreno Nico Perez e sobre as unidades do Cinturão Dom Feliciano (CDF) (Fig. 2). A continuidade do CRLP sob a BP, inicialmente sugerida por Cordani *et al.*, (1984), foi confirmada pelos furos de sondagem das empresas Paulipetro e Petrobras (Cordani *et al.*, 2008). A integração entre os dados de furos de sondagens associados com a pesquisa de carvão no estado do RS também aponta para a continuidade do CDF como embasamento da área coberta por sedimentos da BP (Philipp *et al.*, 2013). A extensão e continuidade do CRLP abaixo da BP também é sugerida pelos levantamentos de dados gravimétricos integrados por Assumpção *et al.* (2013).

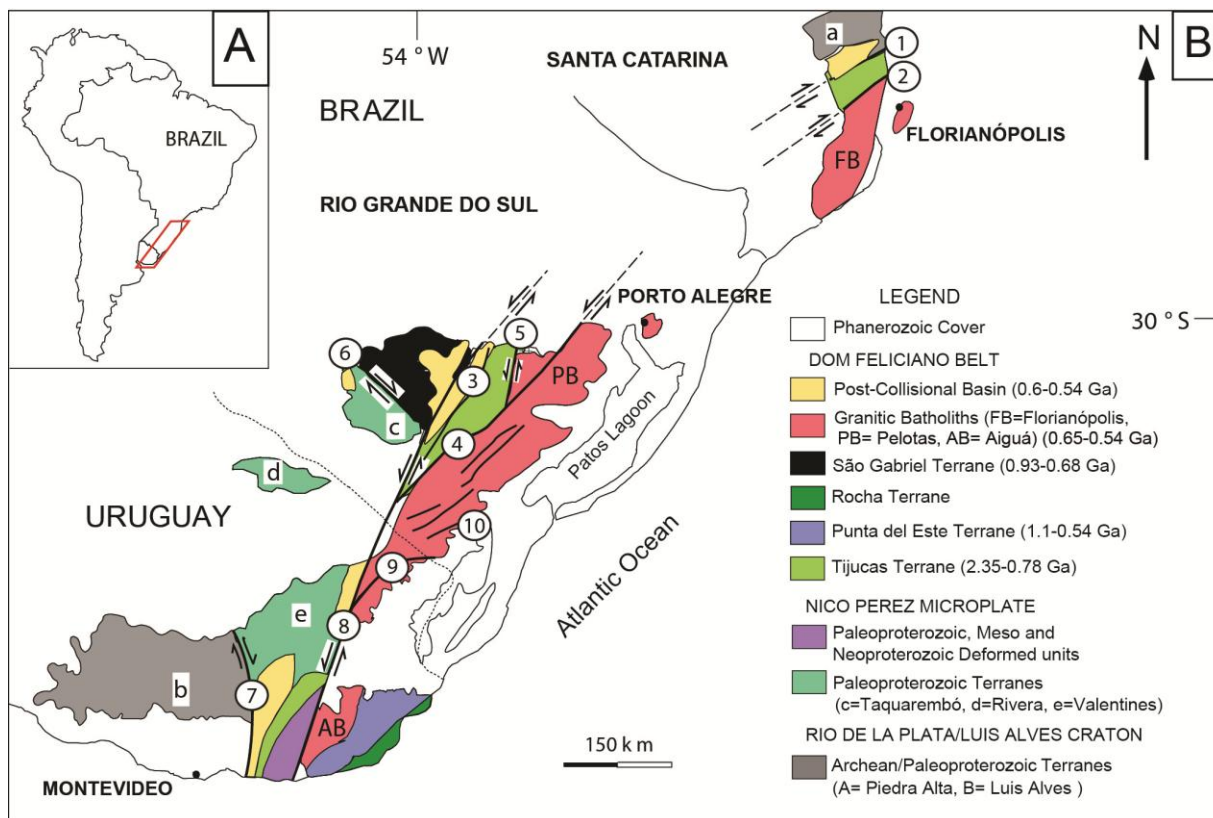


Figura 5: A) Localização do Cinturão Dom Feliciano (CDF) na América do Sul, B) Principais unidades geotectônicas do Cinturão Dom Feliciano e do seu embasamento. Modificado de Oyhançabalet al. (2009), Rapela et al. (2011) e Philipp et al. (2016). Principais zonas de cisalhamento dúcteis: 1- Itajai-Perimbó, 2- Major Gercino, 3- Caçapava do Sul, 4- Dorsal de Canguçu, 5- Passo do Marinheiro, 6- Ibaré, 7- SarandídelYí, 8- SierraBallena, 9- Cerro Amaro, 10-Arroio Grande.

Figure 2: A) Location of Dom Feliciano Belt (DFB) in South America, B) Main geotectonic units of Dom Feliciano Belt and its base. Modified from Oyhançabal et al. (2009), Rapela et al. (2011) and Philipp et al. (2016). Main ductile shear zones: 1- Itajai-Perimbó, 2- Major Gercino, 3- Southern Caçapava, 4- Dorsal de Canguçu, 5- Passo do Marinheiro, 6- Ibaré, 7- SarandídelYí, 8- SierraBallena, 9- Cerro Amaro, 10-Arroio Grande.

O Escudo Sul-Riograndense (ESRG) é constituído pelo Terreno Taquarembó (TT), localizado na porção sudoeste, rodeado por três unidades do CDF limitadas por zonas de cisalhamento dúcteis de direções NE-SW e NW-SE. O TT é composto por ortognaisses e granulitos paleoproterozóicos e por intrusões graníticas e rochas vulcano-sedimentares do Neoproterozóico (Hartmann et al., 2007; Philipp et al. 2016). Seu limite com o Terreno São Gabriel ao norte é definido pela Zona de Cisalhamento Ibaré, de direção N40-50°W. O Terreno São Gabriel (TSG) representa a porção noroeste do CDF e consiste em uma

intercalação tectônica de complexos ofiolíticos, ortognaisses, metagranitóides e rochas metavulcano-sedimentares com assinatura juvenil relacionados a arcos magmáticos formados durante as orogêneses Passinho (900-860 Ma) e São Gabriel (770-680 Ma) (Saalman *et al.*, 2010; Hartmann *et al.*, 2011; Gubert *et al.*, 2016; Philipp *et al.*, 2016). O TSG faz contato ao leste com o Terreno Tijucas (TTj) através da Zona de Cisalhamento Caçapava do Sul. O TTj é constituído por ortognaisses paleoproterozóicos do Complexo Encantadas e por rochas metavulcano-sedimentares neoproterozóicas do Complexo Porongos. As porções do embasamento mais antigas apresentam idades entre 2,4 a 2,1 Ga (Hartmann *et al.*, 2003; Philipp *et al.*, 2008; Camozatto *et al.*, 2013). As rochas metassedimentares apresentam proveniência detrítica com idades U-Pb em zircão arqueanas a neoproterozóicas, enquanto as rochas metavulcânicas têm idades entre 805 e 780 Ma (Saalman *et al.*, 2006, 2011). A parte oriental do CDF é composta pelo Batólito Pelotas, constituído por diversas suítes graníticas com idades U-Pb zircão entre 650 e 550 Ma (Babinski *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1999; Philipp *et al.*, 2003; Frantz *et al.*, 2003; Philipp e Machado, 2005). O retrabalhamento crustal das unidades paleoproterozóicas é marcado por xenólitos e tetos pendentes (roof pendants) de orto e paragnaisses dos complexos Arroio dos Ratos e Várzea do Capivarita (Leite *et al.*, 2000; Philipp *et al.*, 2003, 2013; Martil *et al.*, 2011; Gregory *et al.*, 2015). A integração de dados apresentada por Philipp *et al.* (2016) indicam que a evolução tectônica do CDF durante o ciclo orogênico Brasileiro envolveu três fases de subducção com geração de um arco de ilhas (900-860 Ma) e de dois arcos continentais com idades entre 770 e 680 Ma e 800 e 750 Ma. Estas associações foram submetidas a um processo de colisão continental com o choque entre os crátons Rio de La Plata (porção oeste) e Kalahari (porção leste), com pico metamórfico principal entre 650 e 620 Ma. Em resposta as descompressões tardias do período pós-colisional, entre 600 e 540 Ma, foi gerada a Bacia do Camaquã, composta por sucessões sedimentares de ante-arco (*foreland*), de *rift* e de *pull-apart* associada com a intrusão de diversas suítes e corpos graníticos.

As estruturas do embasamento da BP no RS são caracterizadas por sistemas de falhas normais de direção N40-50°W e N40-60°E, representando reativações das antigas zonas de cisalhamento dúcteis, bem como sistemas de fraturas extensionais de direção NW (Zerfass *et al.*, 2003, 2005; Holz *et al.*, 2006). Estudos mais recentes mostram a integração entre a análise estrutural com a termocronologia por traços de fissão e U-Th-He em apatita (Jelinek *et al.*, 2013, 2015; Philipp *et al.*, 2014b). Estas pesquisas confirmaram a relação descrita por Milani & Ramos (1998) entre os principais ciclos de deposição e de elevação da BP com atividades orogênicas relacionadas na borda sudoeste do Gondwana. Os dados de termocronologia

mostraram que as estruturas herdadas do embasamento foram submetidas a vários períodos de reativação durante o Fanerozóico, gerando falhas normais, muitas vezes com rejeitos da ordem de dezenas a centenas de metros e sistemas de fraturas associados (Philipp *et al.* 2013; Jelinek *et al.* 2015). Os dados apresentados mostram idades entre  $383 \pm 41$  e  $70 \pm 5$  Ma, definindo quatro eventos tectônicos em escala regional (Jelinek *et al.*, 2013, 2015). As idades do Devoniano-Carbonífero (380-340 Ma) obtidas no TT estão associadas a sistemas de falhas de direção NW-SE e NE-SW e refletem atividades tectônicas do Evento Famatiniano com a geração de discordância entre as superseqüências Rio Ivaí e Rio Paraná (Milani e Ramos, 1998). No TSG foram identificadas idades permianas, entre 293-275 Ma e 245-250 Ma, associadas a movimentações das falhas Jaguari-Mata de direção NW-SE. O primeiro grupo caracteriza a discordância entre as seqüências Gondwana Ia e Ib, enquanto o segundo registra a orogênese Gondwanides (formação do Pangea). Os dados obtidos no TTj registram movimentações tectônicas entre o Triássico Superior e o Jurássico Inferior, através dos sistemas de falhas de direção NW-SE, como Jaguari-Mata, Ibaré e Alegrete. A porção mais oriental do Batólito Pelotas apresentou idades de traços de fissão em apatita entre 277 e 200 Ma para falhas normais de direção NE-SW. O setor NE do batólito apresenta idades mais jovens, entre 190 e 150 Ma, que representam principalmente os o início dos ajustes de pré-deriva das Placas Sul-Americana e Africana (Jelinek *et al.*, 2015).

A origem destas estruturas foi relacionada a combinação da herança do embasamento com novas tensões de compressão geradas durante o desenvolvimento do Cinturão Andino (Milani & Ramos, 1998; Zerfass *et al.*, 2003, 2005). As estruturas de direção NW-SE, como as falhas Jaguari-Mata e Torres-Posadas, foram ativas desde o final do Permiano e, provavelmente, exerceram controle da sedimentação ao longo do Triássico (Zerfass *et al.*, 2005; Machado, 2005; Philipp *et al.*, 2013). O registro de movimento destas falhas ainda é observado no Cretáceo Inferior (Waichel *et al.*, 2012; Philipp *et al.*, 2013). Na região sul do Brasil, a movimentação das estruturas de direção N40-50°W, como as falhas Alegrete, Ibaré, Jaguari-Mata, Imbicuí e Torres-Posadas, foi responsável pela formação do Arco de Rio Grande e da Sinclinal de Torres (Faccini *et al.*, 2003; Machado, 2005; Philipp *et al.* 2013, 2014). As falhas de direção NE-SW registram reativações desde o final do Carbonífero até o final do Cretáceo (Jelinek *et al.*, 2013, 2015).

O flanco oriental da bacia foi esculpido pela erosão devido à elevação da sua margem associado com a formação do *rift* do Atlântico Sul, expondo o embasamento cristalino (Gallagher *et al.* 1995; Jelinek *et al.*, 2013, 2016). Na sua porção oeste a BP é limitada pelo Arco de Assunção, uma estrutura causada pela carga litosférica imposta ao continente pelo

Cinturão Andino, que separa as áreas da bacia anteriormente contínuas, no Chaco paraguaio-boliviano. A evidência de um limite preservado é um depósito de paleo-borda que aflora ao longo do flanco nordeste, servindo de área para todo o registro sedimentar da bacia (Almeida, 1981; Canile, 2016). A sul-sudoeste, a bacia tem continuidade no Uruguai e Argentina. A estratigrafia do BP é caracterizada por uma grande área de sedimentação Paleozóica e Mesozóica, cujos primeiros registros são do Neo-Ordoviciano (450 Ma), e teve seu fechamento no Cretáceo Inferior (65 Ma). O vulcanismo da Formação Serra Geral e a abertura do Oceano Atlântico Sul começaram a partir de 145 Ma (Stewart *et al.*, 1996, Renne *et al.*, 1996b; Thiede & Vasconcelos, 2010, Brückmann *et al.*, 2015).

No final do Permiano, após o soerguimento dos Gondwanides através das orogêneses Chânica e San Rafaelica, a BP seria confinada ao interior do continente, se isolando do oceano Panthalassa pelo Cinturão do Cabo (Cape Fold belt)/La Ventana (de Wit *et al.*, 1988; Powel, 1993; Alessandretti *et al.*, 2013). Durante o Triássico, a porção sudoeste do Gondwana apresentou uma significativa mudança no regime tectônico, a partir de um regime de compressão atuante durante todo o Paleozoico, para um regime distensivo (Zerfass *et al.*, 2003,2005). Esta mudança dos campos de tensão é atribuída ao alívio dos esforços de compressão ativos na margem sul do Gondwana durante o Paleozóico, dando origem a várias bacias distensivas na Argentina e na Bolívia (López-Gamundi *et al.*, 1995; Zerfass *et al.*, 2003; Alessandretti *et al.*, 2013).

O preenchimento da BP, na região sul do Brasil, se inicia no Carbonífero com as unidades glaciais do Grupo Itararé, passando por unidades flúvio-eólicas dos grupos Guatá e Passa Dois, do Carbonífero Médio ao Permiano Superior (Formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Santa Teresinha). As grandes seqüências fluviais efêmeras que se sucederam do fim do Permiano e início do Triássico (Formações Rio do Rastro, Pirambóia, Sanga do Cabral e Santa Maria), estiveram relacionadas a grandes mudanças climáticas causadas pelo aumento das atividades vulcânicas. A evolução final da BP está registrada na passagem dos sistemas flúvio-eólicos da Formação Guará, para as grandes dunas eólicas Jurássicas da Formação Botucatu. Esta etapa é envolvida pelos processos extensivos de abertura do *rift* do Atlântico Sul e o desenvolvimento dos eventos vulcânicos Cretáceos com o extravasamento do Grupo Serra Geral.

## 2.2 Geologia do Arenito Pedreira

O Arenito Pedreira é uma unidade que foi descrita inicialmente nos municípios de Sapucaia do Sul e São Leopoldo por Nowatzki & Kern (2000) e Nowatzki & Klein (2001)

(Fig.3). Na porção inferior, a sucessão do Arenito Pedreira esta sobreposta através de um contato erosivo com os pelitos do topo da Formação Rio do Rasto. O limite superior do esta marcado pela transição para a Formação Botucatu através de desconformidade, em resposta as movimentações tectônicas que rejuvenescem topografia, ocasionando erosão de unidades sotopostas e exposição do embasamento (Nowatzki & Klein, 2001). Os autores descreveram o Arenito Pedreira como arenitos de 20 m de espessura, descontínuo, gerado em ambiente eólico onde os depósitos eólicos estão intercalados com interdunas úmido, composto por 95% de quartzo, 1% de feldspatos caolinizados, com litoclastos de argilas, quartzito, rochas granulares finas e rochas ígneas, com acessórios de mucovita, piroxênios, epidoto, alanita e apatita.

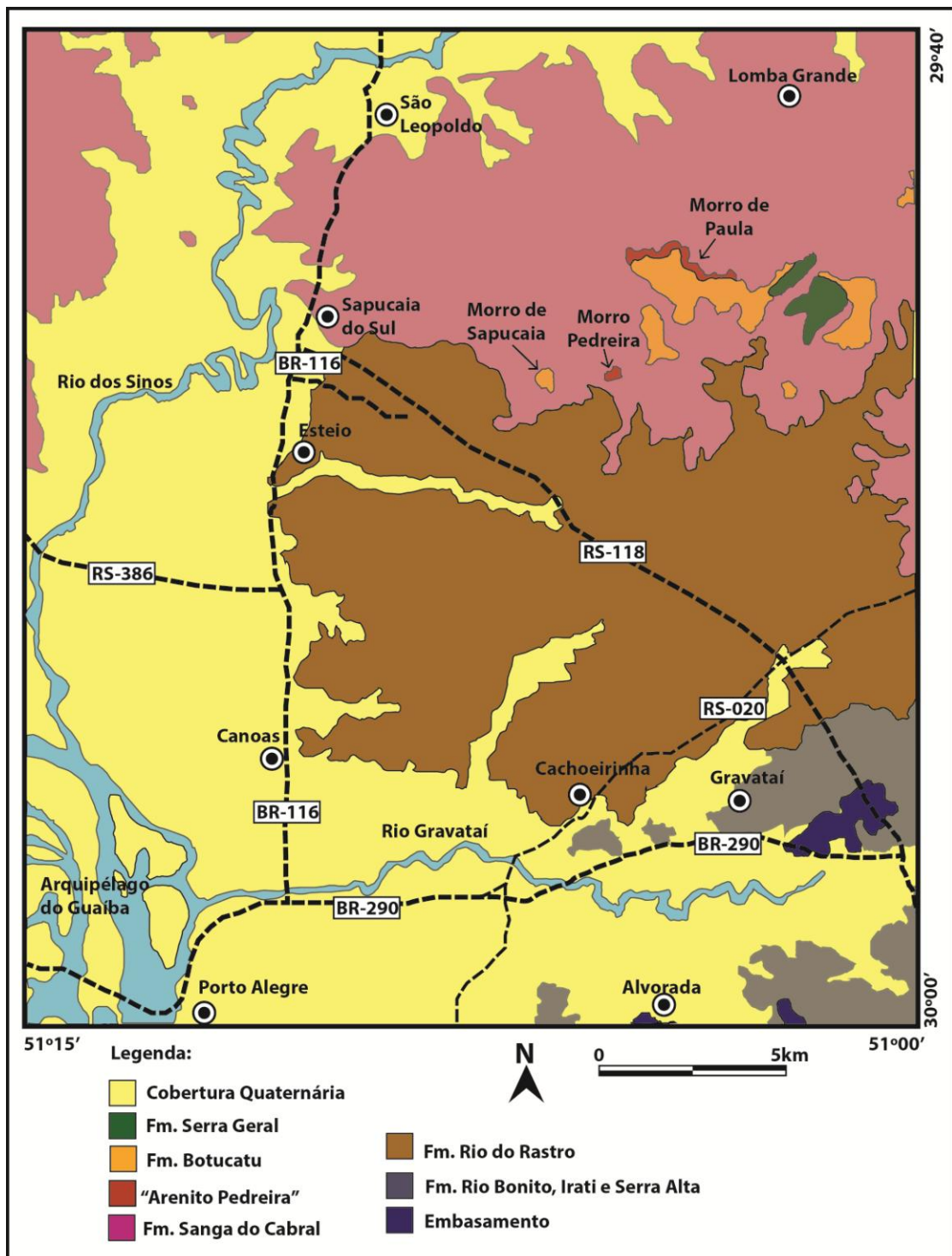


Figura 3: Mapa geológico simplificado da porção norte da região metropolitana de Porto Alegre, RS. Observar a localização das ocorrências do Arenito Pedreira no Morro da Pedreira e no Morro de Paula. Modificado de Nowatzky & Kern (2000).

Figure 3: Simplified geological map of the north portion of metropolitan region of Porto Alegre-RS. Observe the location of the occurrences of the Pedreira Arenite in Morro da Pedreira and Morro de Paula. Modified of Nowatzky & Kern (2000).



Neste trabalho o Arenito Pedreira foi reconhecido em furos de sondagens situados a cerca de oito quilômetros leste da cidade de Osório (Espindola, 2017). Para este estudo, foram amostrados os furos de sondagem TG-98 e TG-100, obtidos em campanha de pesquisa para carvão pela CPRM (SUREG/Porto Alegre) e que estão localizados, respectivamente, nas coordenadas 29°54'6.18"S/50°09'36.61"O e 29°52'30.42"S/50°11'39.34"O (Fig. 4).

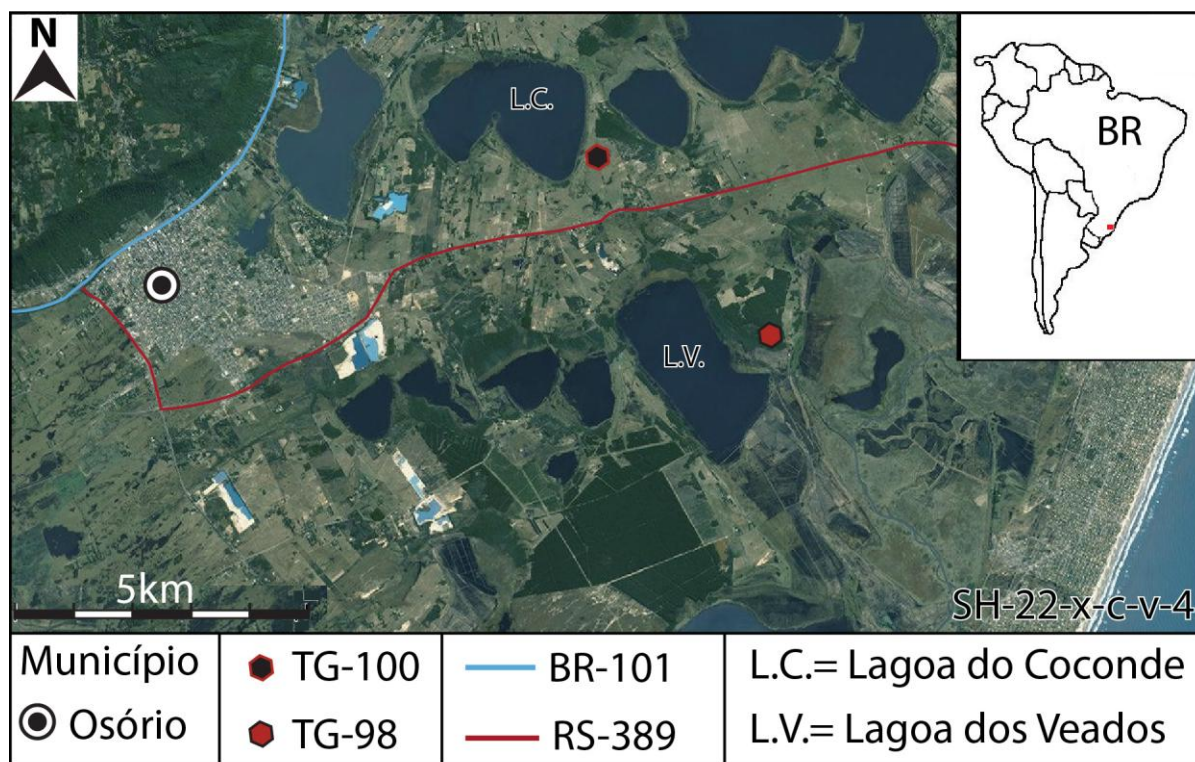


Figura 4: Localização dos furos de sondagem amostrados para as análises petrográficas em imagem de satélite obtida pelo *Google Earth Pro*(2016).

Figure 4: Location of the sampled drill holes for the petrographic analyzes in the satellite image obtained by *Google Earth Pro* (2016).

A descrição dos furos mostra que esta unidade é composta por uma sucessão de ciclos granodécrescentes constituídos por arcóseos líticos e conglomerados arenosos clasto-suportados e polimíticos com grânulos e seixos de rochas metamórficas de alto e baixo grau, granitos miloníticos, granitos equigranulares, arenitos e vulcânicas máficas. Estas unidades gradam para pacotes de arenitos médios a grossos com estratificação cruzada tangencial e baixo ângulo, finalizando em arenitos com marcas de ondas e pelitos laminados no topo (Espindola, 2017). A espessura do Arenito Pedreira no furo TG-98 é de 24 metros, entre as cotas -411 e -435 metros, e no furo TG-100 a espessura é de 23 metros, entre as cotas -390 e -420 metros. (Fig. 5).

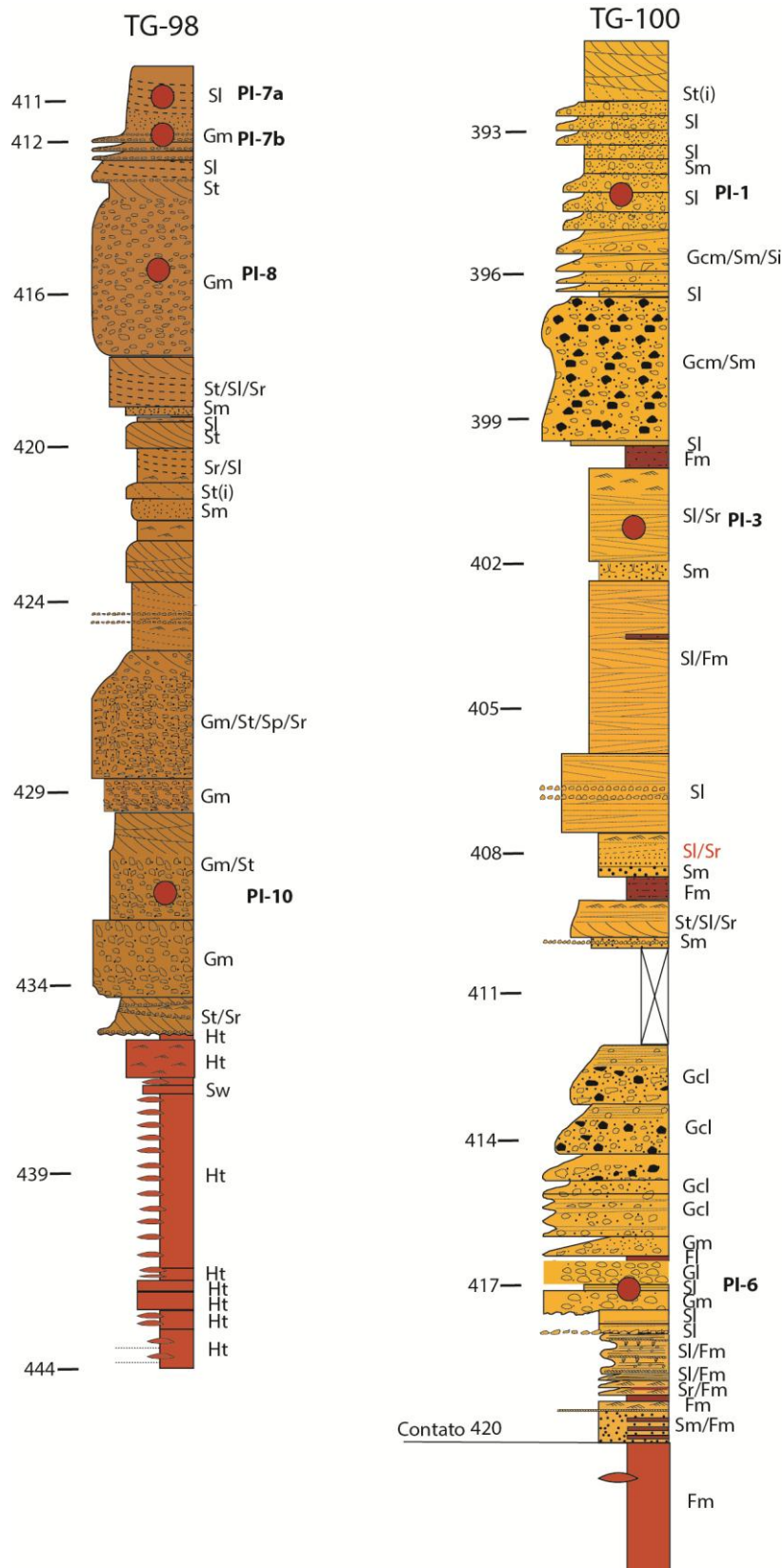


Figura 5: Perfil geológico dos furos de sondagem TG-98 e TG-100, com localização das amostras analisadas (PI-1, PI-3, PI-6, PI-7a, PI-7b, PI-8 e PI-10). Fonte: Espindola(2017).

*Figure 5: Geological session of the bore-holes TG-98 and TG-100, with the location of the samples (PI-1, PI-3, PI-6, PI-7a, PI-7b, PI-8 e PI-10). Source: Espíndola(2017).*

Os níveis de arcóseos líticos contém clastos e seixos com grande diversidade composicional. Os clastos variam de 2 a 4 cm de tamanho e são sub-angulosos, com um moderado grau de arredondamento, enquanto os seixos variam de 4 a 10 cm, são sub-angulosos com um baixo grau de arredondamento. Foram descritos litoclastos de dez litologias diferentes distribuídas entre silimanita-granada-bt gnaisses de alto grau metamórfico, gnaisses tonalíticos a granodioríticos e metagranitos miloníticos de fácies anfíbolito, rochas metassedimentares de baixo grau como xistos pelíticos, quartzo-feldspáticos e mármore, rochas metavulcanoclásticas ácidas, muscovita granitos miloníticos, sienogranitos indeformados, arenitos arcoseanos, andesitos e basaltos porfiríticos.

### *2.3 Materiais e métodos*

A análise petrográfica dos furos de sondagem envolveu a descrição dos tipos litológicos e das estruturas sedimentares, com reconhecimento petrográfico dos clastos e seixos encontrados nos níveis de arcóseos líticos e conglomerados. A caracterização petrográfica foi realizada a partir de sete lâminas delgadas de diferentes níveis de arcóseos líticos selecionados dos dois furos de sondagem TG-98 e TG-100. As lâminas das amostras PI-1, PI-3, PI-6, PI-7a, PI-7b, PI-8 e PI-10 foram confeccionadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Centro de Pesquisas em Petrologia e Geoquímica (CPGq) do Instituto de Geociências da UFRGS. As lâminas foram descritas e fotomicrografadas em um microscópio petrográfico modelo Leica X-7000. Para classificar e avaliar a proveniência das amostras selecionadas dentro do contexto tectônico pelo método *Gazzi & Dickinson* (Dickinson, 1985) foi realizada a contagem modal dos componentes a partir de 600 pontos por amostra (Weltje, 2002). As análises modais foram feitas com a utilização de um *charriot* acoplado a platina do microscópio da marca Meiji Techno modelo ML9720. A contagem de pontos foi realizada utilizando-se o *software* PETROLEG desenvolvida na UFRGS. Para avaliar a proveniência dos arenitos, a moda composicional petrográfica deve ser tratada como a moda mineralógica somada a informações sobre a composição e textura dos grãos policristalinos, que fornecem a relação direta com as assembléias de rocha da área fonte (Weltje, 2002). Para a classificação das amostras analisadas do Arenito Pedreira foi utilizada as classificações de Folk (1974).

O método Gazzi-Dickinson é uma técnica quantitativa da composição total por contagem de pontos utilizada para medir estatisticamente os componentes de uma rocha sedimentar, principalmente arenito. Este método enfatiza o uso de técnicas petrográficas para reconstruir o contexto tectônico da bacia sedimentar (Dickinson, 1985; Weltje, 2002). Weltje (2002) ressalta, entretanto, que a base teórica dos métodos de processamento dos dados composicionais de análise em diagramas ternários de (sub) composições restritas a quartzo, feldspato e líticos gera uma limitação estatística, tornando a análise apenas semi-quantitativa. A apreciação petrográfica para fins de correlação com ambientes tectônicos específicos é o primeiro método da análise de proveniência dos litotipos de interesse. O foco principal para a técnica está na contagem de todos os componentes do tamanho de areia como grãos separados, independentemente do modo que eles estão conectados. Esta contagem é convertida em percentagens para comparar a composição em estudos de proveniência. A contagem de pontos Gazzi-Dickinson é utilizada na criação de diagramas ternários, como o diagrama QFL, que diferencia os ambientes geotectônicos deposicionais. Os índices dos diagramas são representados por Qt, Qm, F e L. O índice Qt ou quartzo total representa os grãos de quartzo macrocristalino mono ou policristalinos, isolados ou dentro de fragmentos de rochas plutônicas, sedimentares ou metamórficas, ou seja,  $Qt = Qm + Qp$ . O índice Qm ou quartzo macrocristalino, corresponde a fragmentos com tamanhos superiores a 0,06 mm, monocristalino ou policristalino grosso. O índice Qp ou quartzo policristalino fino é representado por grãos com tamanho inferior a 0,06 mm, de origem sedimentar (*chert*) ou metamórfico de baixo grau. O índice F representa os grãos de K-feldspato e plagioclásio isolados dentro de fragmentos de rochas e com tamanhos superiores a 0,06 mm. O índice L é representado por fragmentos de rochas vulcânicas e hipabissais (Lv) e por fragmentos de rochas sedimentares e metamórficas (Ls), compostos por cristais ou grãos com tamanhos inferiores a 0,06 mm. O índice Lt representa o total de litoclastos representados por L+Qp.

### **3. Resultados**

#### *3.1 Petrografia*

No diagrama composicional QFL de Folk, (1974), as amostras PI-1, PI-7b e PI-10 foram classificadas como arcóseos, enquanto as amostras PI-3, PI-6, PI-7a e PI-8 foram classificadas como arcóseos líticos (Fig. 6).

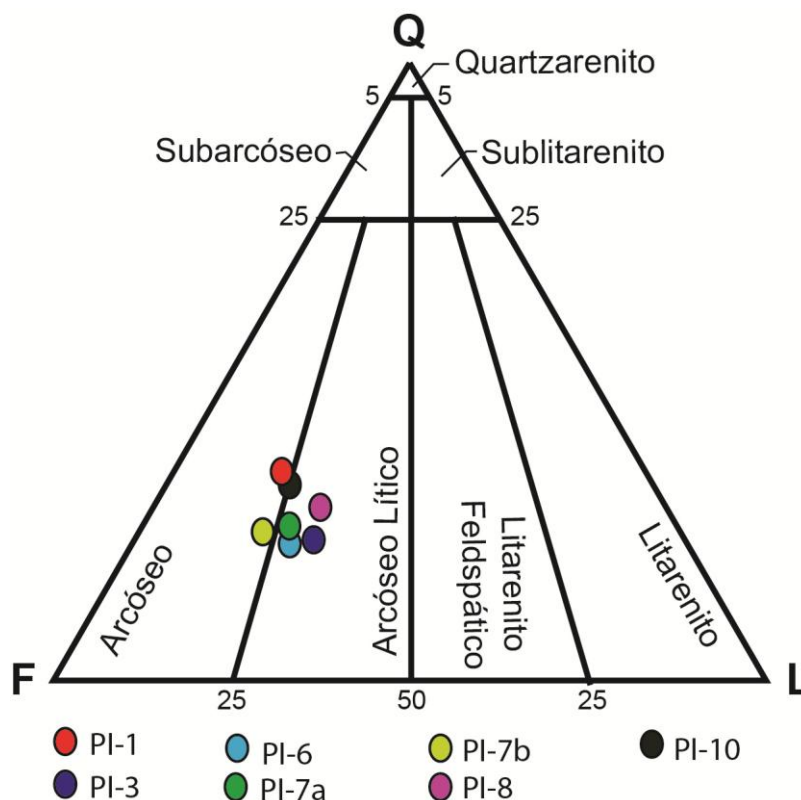


Figura 6: Diagrama de Folk (1974) para classificação das rochas analisadas. Q: Quartzo, F: Feldspatos e L: Litoclastos.

*Figure 6: Folk diagram (1974) for the classification of the analyzed sedimentar rocks. Q: Quartz, F: Feldspar and L: Lithoclasts.*

Os arcóseos líticos e arenitos conglomeráticos do Arenito Pedreira tem cor rosa avermelhado, são clasto-suportados com grãos que variam de areia fina a areia muito grossa e clastos de tamanho de grânulos a seixos. A estrutura é maciça e sem matriz. Os grãos são submaturos e apresentam baixo grau de seleção, tem formas subangulosas a subarredondadas, com baixa a média esfericidade. A trama das amostras nos mostra um empacotamento normal (contatos intergranulares essencialmente pontuais e alongados), com fábrica sustentada pelos clastos. O arcabouço é essencialmente clástico. Nos níveis de arcóseos líticos do Arenito Pedreira, os litoclastos representam entre 85 e 95 % da rocha, a composição secundária associada a diagênese representa cerca de 5% e a porosidade primária constitui cerca de 2% da composição total.

No Arenito Pedreira foram identificadas partículas intrabaciais como intraclastos lamosos e carbonatos diagenéticos e extrabaciais como cristaloclastos de feldspatos, quartzo, micas e minerais pesados e diversos tipos de litoclastos. Foram identificados litoclastos de paragneisses, ortogneisses e metagranitóides miloníticos, metassedimentos de baixo grau,

rochas metavulcanoclásticas, xistos magnesianos, muscovita granitos protomiloníticos, granitos indeformados, rochas sedimentares e rochas vulcânicas (Fig. 7).

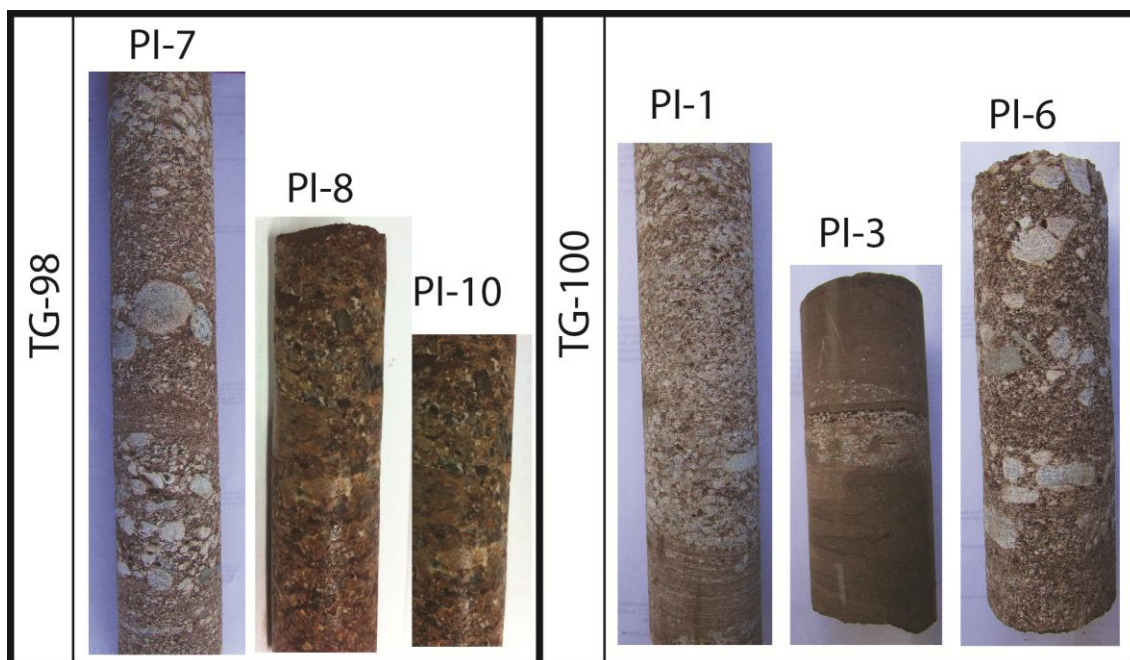


Figura 7: Fragmentos de testemunhos dos furos de sondagem analisados mostrando a variedade de clastos observados nos níveis de arenitos conglomeráticos.

*Figure 7: Fragments of the drill cores analyzed showing the variety of clasts observed in the conglomeratic sandstone levels.*

Os litoclastos de paragnaisses são constituídos por silimanita-plágio-cordierita-biotita gnaisses com estrutura bandada e compostos por quartzo (25-30%), plagioclásio (15-20%), K-feldspato (10-15%), biotita (15-20%), cordierita (10-15%) e silimanita (3-5%), com magnetita e turmalina subordinadas. O bandamento é irregular e descontínuo marcado por finos níveis ricos em silimanita do tipo fibrolita, intercalados com bandas félsicas ricas em quartzo, feldspato e cordierita, com textura granoblástica interlobada média (0.2 a 0.3 mm).

Os litoclastos de ortognaisses apresentam composição tonalítica a granodiorítica e estrutura bandada a milonítica, com níveis contínuos de espessura milimétrica de composição quartzo-feldspática e níveis descontínuos ricos em biotita. Nos níveis félsicos observa-se intensa deformação do quartzo, deformação de maclas e formação de subgrãos em plagioclásio, com recristalização do quartzo e parcial dos feldspatos formando agregados granoblásticos poligonais a interlobados finos a médios (Fig. 8).

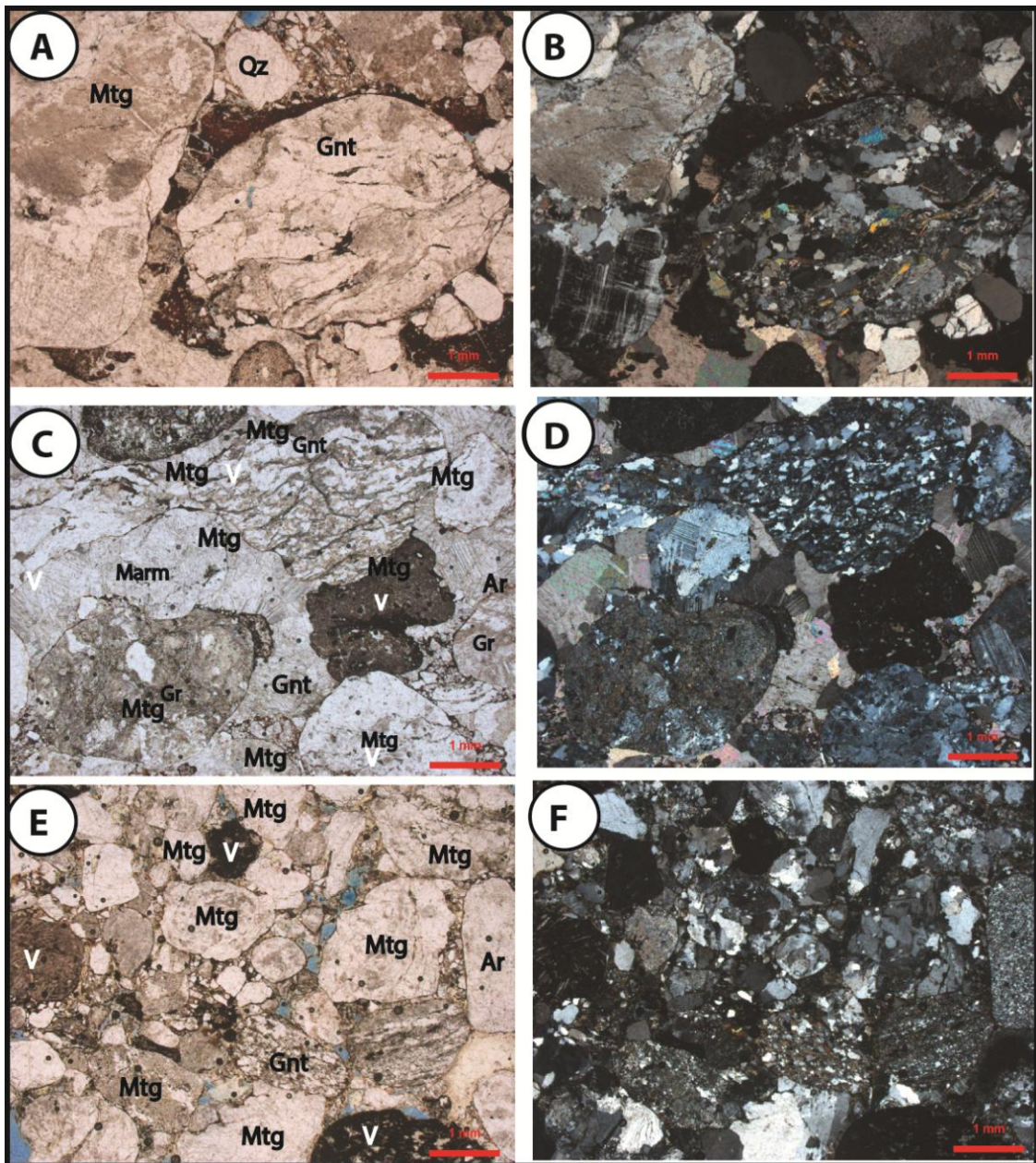


Figura 8: Fotomicrografias em A, C e E luz natural e B, D e F luz polarizada. Em destaque litoclastos de Gnt = gnaisses tonalíticos, Mgt = metagranitos, V = vulcânicas, Gr = Granitos, Qz = quartzo e Ar = arenitos.

Figure 8: Photomicrographs in A, C and E natural light and B, D and F polarized light. In particular lithoclasts of Gnt = tonalite gneisses, Mgt = metagranites, V = volcanics, Gr = Granites, Qz = quartz and Ar = sandstones.

Os litoclastos de metagranitos têm composições tonalítica a granodiorítica, estrutura foliada e milonítica marcada pela intensa deformação do quartzo e dos feldspatos. O quartzo forma subgrãos com forte extinção ondulante e áreas com recristalização parcial para agregados granoblásticos finos. Os grãos de plagioclásio e microclínio apresentam extinção

ondulante com encurvamento de maclas, formação de subgrãos e recristalização localizada nos bordos dos porfiroclastos para agregados granoblásticos finos (Figs. 8, 9 e 10).

Os metassedimentos de baixo grau incluem litoclastos de quartzitos, xistos pelíticos e mármore. Os quartzitos são impuros e mostram uma composição rica em quartzo, com teores entre 4 e 7 % de muscovita, magnetita e turmalina como minerais acessórios. A textura é granoblástica interlobada média (0.15 a 0.4 mm). Os xistos pelíticos são dominados por muscovita-quartzo xistos com xistosidade espaçada e biotita-muscovita xistos com xistosidade pronunciada definida pela orientação de muscovita e biotita, com textura lepidobástica média (0.1 a 0.2 mm). Os xistos quartzo-feldspáticos intercalam níveis finos ricos em biotita verde com pouca muscovita e turmalina verde escura (schorlita) com níveis arenosos dominantes e ricos em quartzo, com pouco plagioclásio, microclínio, com textura granoblástica equigranular interlobada a poligonal média (Fig. 9).



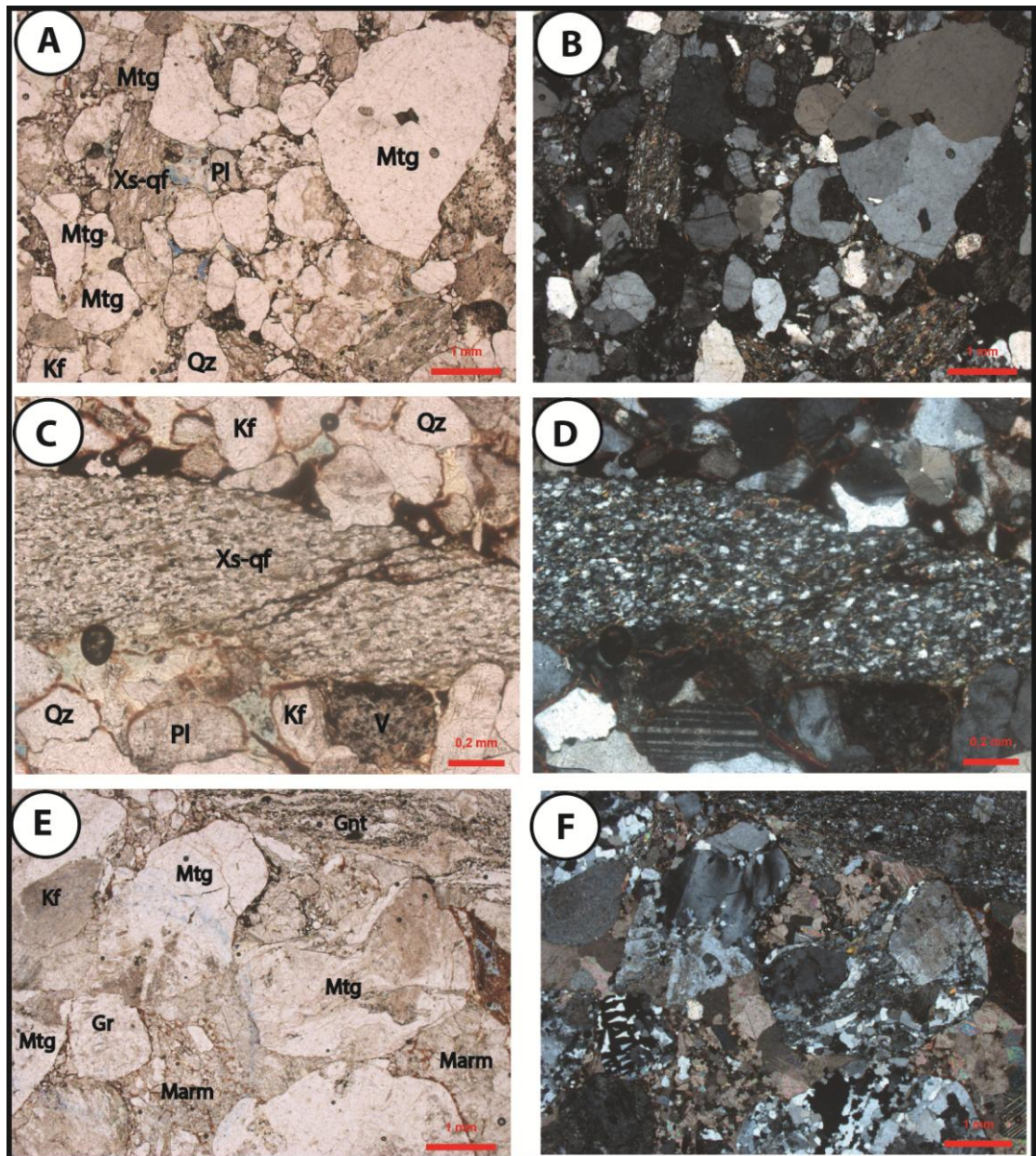


Figura 9: Fotomicrografias em A, C e E luz natural e B, D e F luz polarizada. Em destaque litoclastos de Xs-qtz = xistos quartzo-felstapáticos, Mtg = metagranitos, Kf = felsdpatos ptássicos, Qz = quartzo, Pl = Plagioclásio, V = vulcânicas, Gnt = gnaisses tonalíticos, Marm = mármore e Gr = Granitos.

*Figure 9: Photomicrographs in A, C and E natural light and B, D and F polarized light. In particular, lithoclasts of Xs-qtz = quartz-feldspathic schists, Mtg = metagranites, Kf = pseudomonas fossils, Qz = quartz, Pl = Plagioclase, V = volcanics, Gnt = tonalite gneisses, Marm = marble and Gr = Granites.*

Os litoclastos de rochas metavulcanoclásticas incluem turmalina-plágioclásio-muscovita-biotita-quartzo filitos, com uma clivagem ardosiana fina caracterizada pela

orientação de agregados de cristais de biotita verde. Apresentam textura lepidoblástica média (0.1 a 0.2 mm) e, de modo subordinado, textura porfiroclástica caracterizada por clastos angulosos e subédricos de quartzo hexagonal e cristais prismáticos alongados de plagioclásio. Também são observados alguns litoclastos de muscovita-biotita-quartzo-epidoto-clorita xistos com estrutura xistosa bem definida pela orientação de agregados micáceos, com textura lepidoblástica média-grossa (0.3 a 0.8 mm, até 1.2 mm).

As rochas metaultramáficas estão representadas por litoclastos de magnetita-clorita xistos, com uma xistosidade bem definida pela orientação de clorita magnésiana (Clinocloro) e textura lepidoblástica média (0.2 a 0.3 mm), com porfiroblastos octaédricos de magnetita. A composição mineral é clorita (98%) e magnetita (2%).

Os granitos peraluminosos são representados por litoclastos de muscovita-biotita monzogranitos. Apresentam estrutura foliada e milonítica definida pela orientação das micas e textura equigranular hipidiomórfica média (2 a 5 mm). A mineralogia é composta por quartzo (25-30%), plagioclásio (20-25%), microclínio (15-20%), muscovita (15-20%) e biotita (3-5%), com magnetita e turmalina como minerais acessórios (Fig. 10). Também foram descritos termos com estrutura protomilonítica caracterizados pelo estiramento, formação de subgrãos e recristalização parcial do quartzo, deformação de porfiroclastos de plagioclásio e microclínio e muscovita *fish* (Fig. 10).

Os litoclastos de granitos indeformados são caracterizados por sienogranitos com textura equigranular fina a média, compostos por quartzo (35-40%), K-feldspato (45-50%), plagioclásio (5-7%), biotita (3-5%), muscovita (2-3%) e magnetita como mineral acessório. (Fig. 10).

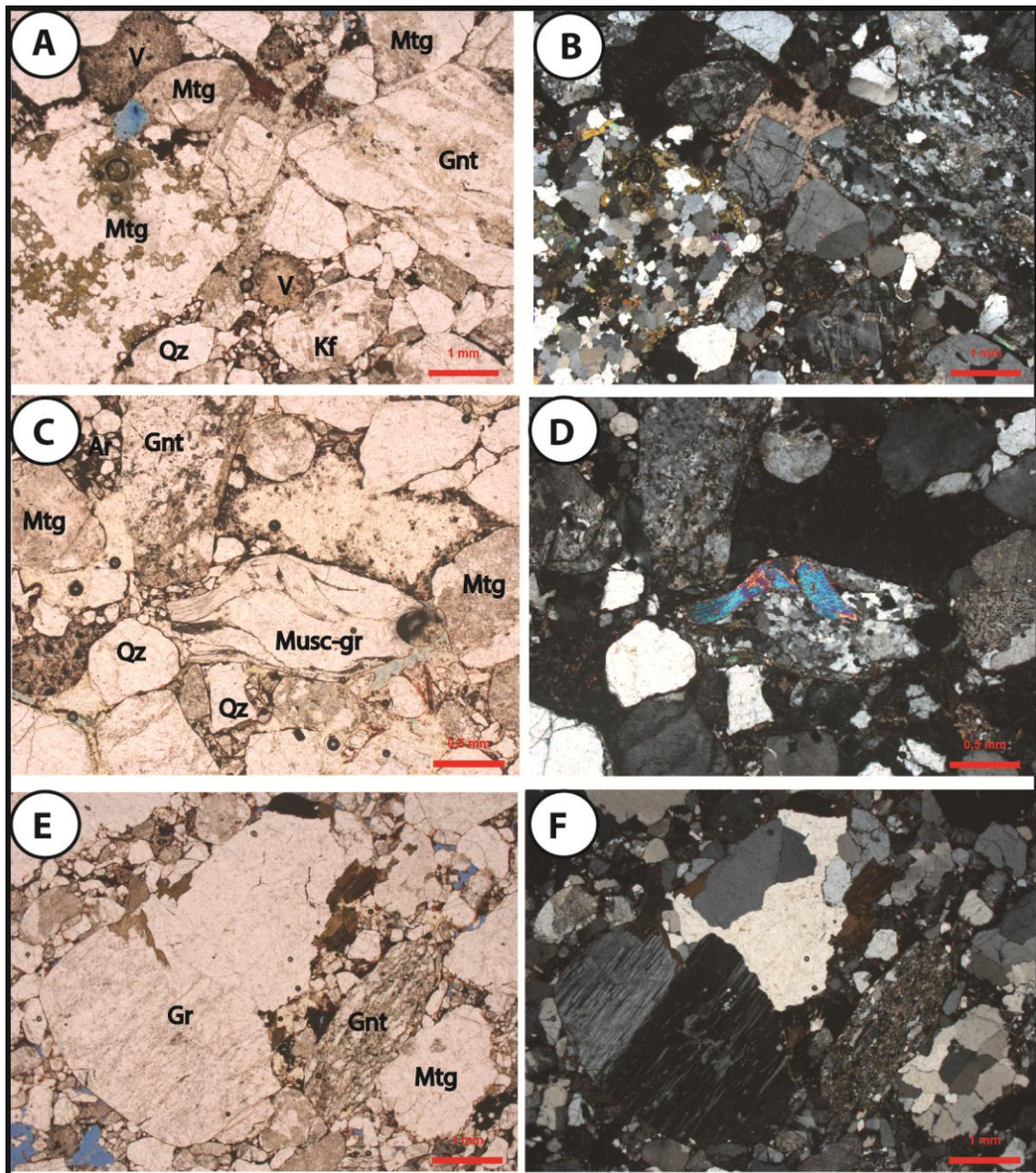


Figura 10: Fotomicrografias em A, C e E luz natural e B, D e F luz polarizada. Em destaque litoclastos de Mtg = metagranitos, Kf = felsdpatos ptássicos, Qz = quartzo, V = vulcânicas, Gr = Granitos, Gnt = gnaisses tonalíticos e Musc-gr = Muscovita granitos.

*Figure 10: Photomicrographs in A, C and E natural light and B, D and F polarized light. In particular, lithoclasts of Mtg = metagranites, Kf = phasic feldspatos, Qz = quartz, V = volcanics, Gr = Granites, Gnt = tonalitic gneisses and Musc-gr = Muscovite granites.*

As rochas sedimentares estão representadas por intraclastos de pelitos da própria bacia, estes apresentam composição silicosa, e estrutura maciça. Também foram descritos clastos de arenitos finos a grossos, ricos em quartzo e feldspatos, com baixa seleção e grãos subangulosos a subarredondados (Fig. 11).

Os litoclastos de rochas vulcânicas apresentam composição andesítica ou basáltica, estrutura maciça e texturas afírica e/ou porfirítica, definida por 15 a 20% de fenocristais de plagioclásio ripiformes com tamanhos entre 0,1 e 0,2 mm e com textura do tipo cauda de andorinha, imersos em matriz vítrea muito oxidada (Fig. 11).

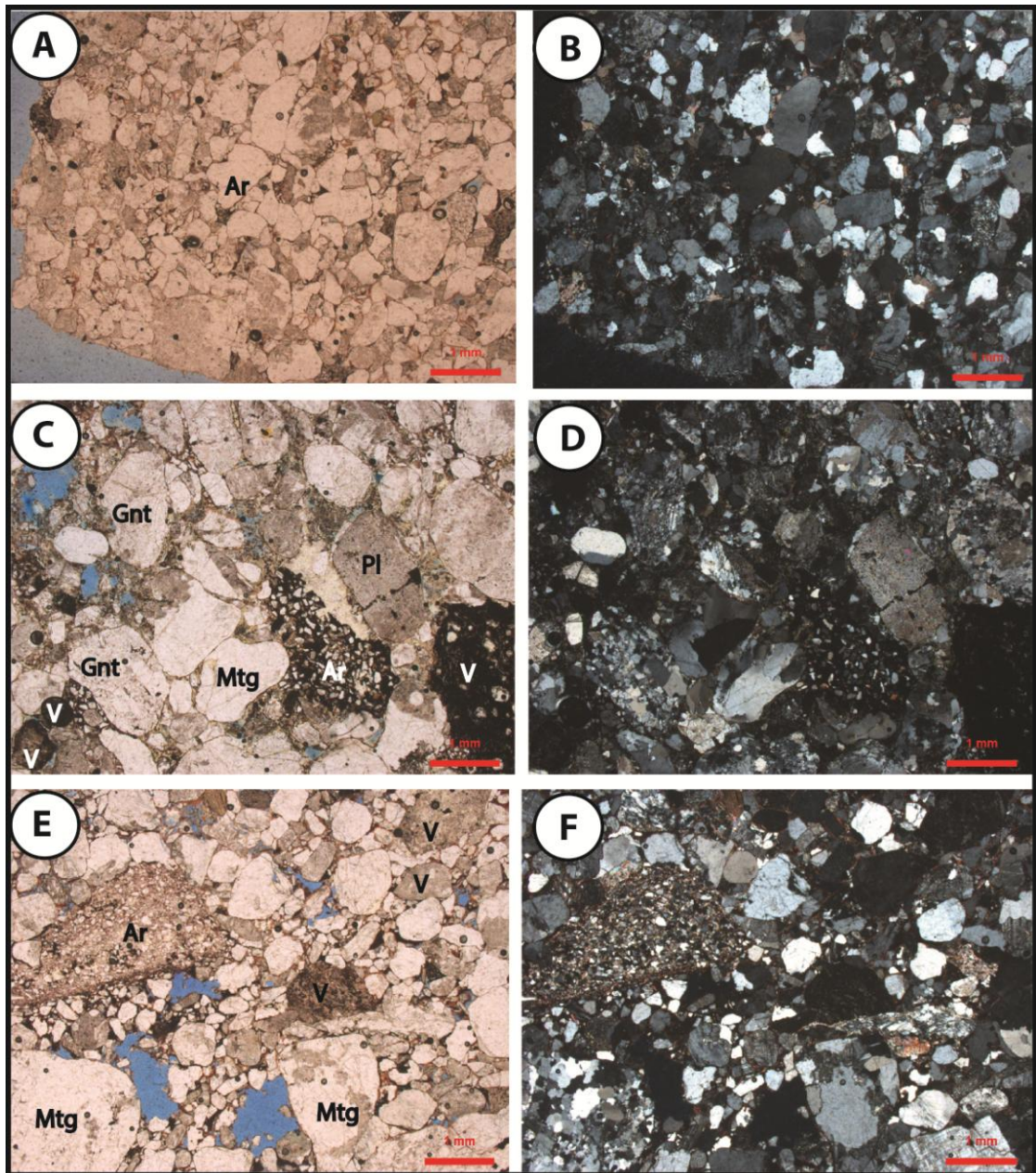


Figura 11: Fotomicrografias em A, C e E luz natural e B, D e F luz polarizada. Em destaque litoclastos de Ar = Arenito, Gnt = gnaisses tonalíticos, Mtg = metagranitos e V = vulcânicas.

*Figure 11: Photomicrographs in A, C and E natural light and B, D and F polarized light. In particular litoclasts of Ar = Sandstone, Gnt = tonalitic gneisses, Mtg = metagranites and V = volcanics.*

### 3.2 Aspectos Diagenéticos

As feições petrográficas observadas nas sete lâminas analisadas nos mostram que a diagênese se inicia na eodiagênese, sob condições de clima seco, identificadas a partir de feições como: (i) formação de uma fina cutícula de hematita envolvendo todos os constituintes; (ii) preenchimento dos espaços intersticiais por franjas de esmectitas; (iii) compactação mecânica e (iv) formação de calcita poiquilotópica, evidente na lâmina PI-7a ou franja de carbonato evidente na lâmina PI-10 (Fig. 12). As condições de diagênese atingem a mesodiagênese, seguindo a sequência diagenética com a (v) compactação química com dissolução por pressão nos contatos de grãos, (vi) crescimento de quartzo diagenético, (vii) albitização de feldspatos e (viii) formação de ilita (Fig. 12).

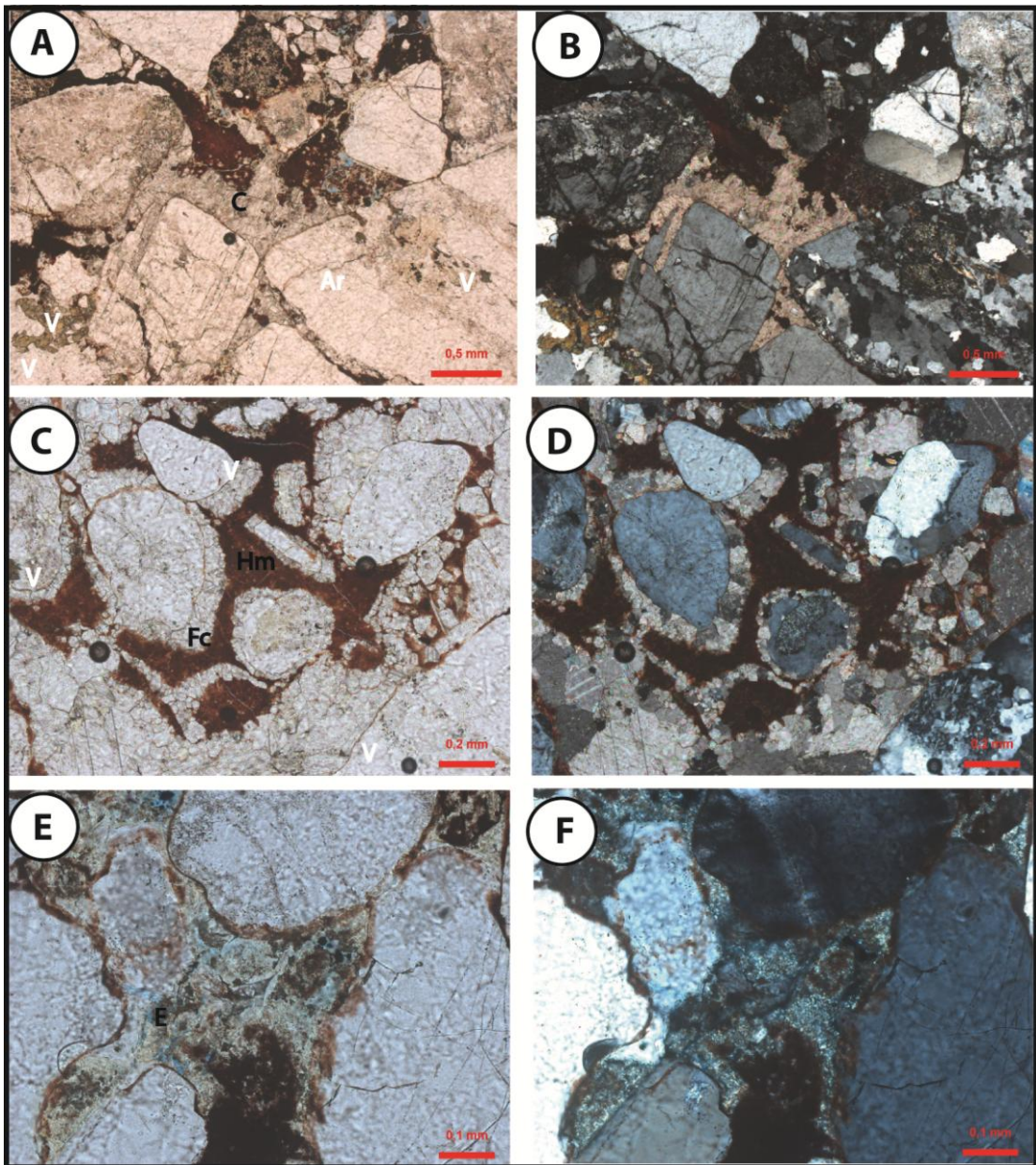


Figura 12: A, C e E luz natural; B, D e F luz polarizada. Principais feições diagenéticas descritas: Fc = franja de carbonato, Hm = hematita, C = calcita diagenética e E = esmectita.

*Figure 12: A, C and E natural light; B, D and F polarized light. Main diagenetic features described: Fc = carbonate fringe, Hm = hematite, C = diagenetic calcite and E = smectite.*

As feições diagenéticas encontradas caracterizam um ambiente siliciclástico de eodiagênese e mesodiagênese de soterramento, ocorrendo em condições de clima seco (Fig. 13).

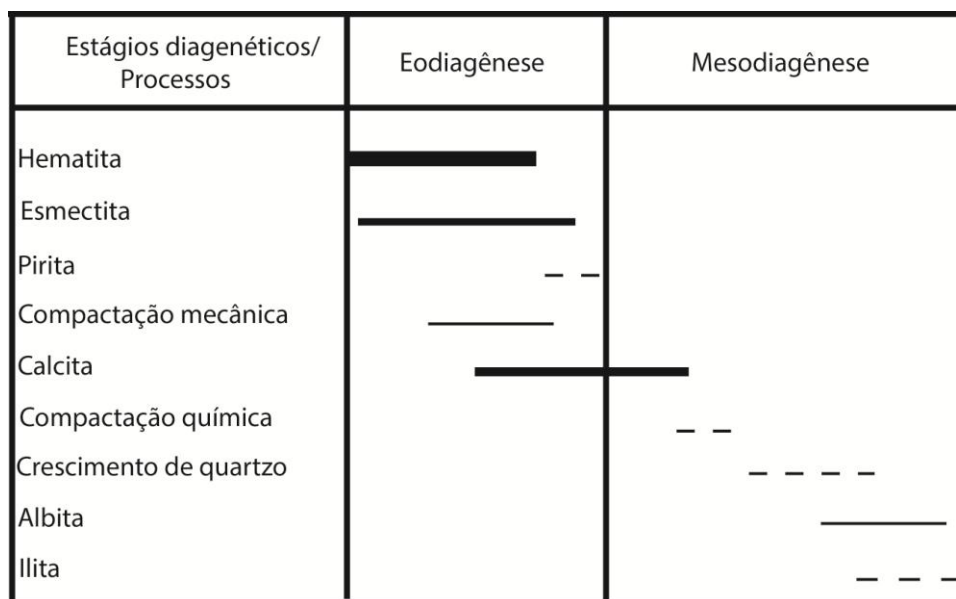


Figura 13: Processos diagenéticos sequenciais. O tamanho das barras indicam a intensidade dos processos.

*Figure 13: Sequential diagenetic processes. The sizes of the bars indicate the intensity of the processes.*

### 3.3 Ambiente Depositional

A representação das sete amostras selecionadas para a determinação da proveniência através do método de Gazzi-Dickinson (Dickinson, 1985) pode ser observadas nas figuras 14 e 15. De acordo com a classificação Qt-F-L o ambiente tectônico de arco continental com proveniência de arco magmático dissecado caracteriza as fontes do Arenito Pedreira. Na classificação Qm-F-Lt (Dickinson, 1974) as sete lâminas ocupam o campo de arco magmático misto.

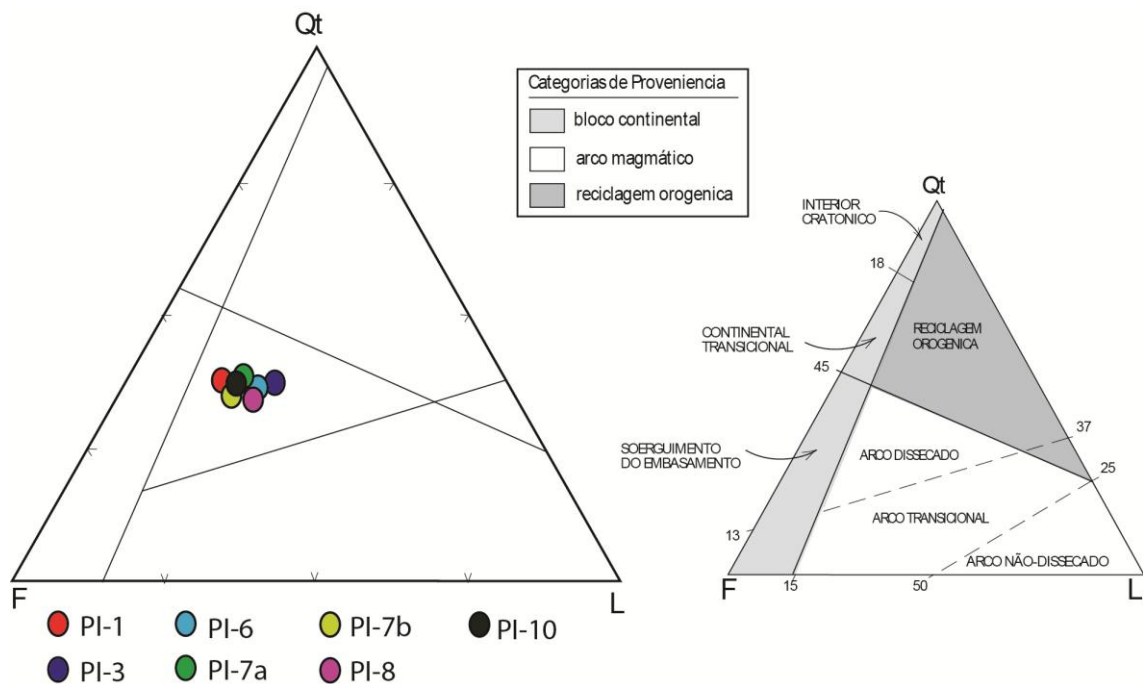


Figura 14: Representação das amostras analisadas no diagrama Qt-F-L de Gazzi-Dickinson para proveniência tectônica.

*Figure 14: Representation of the analyzed samples in the Gazzi-Dickinson Qt-F-L diagram for tectonic provenance.*

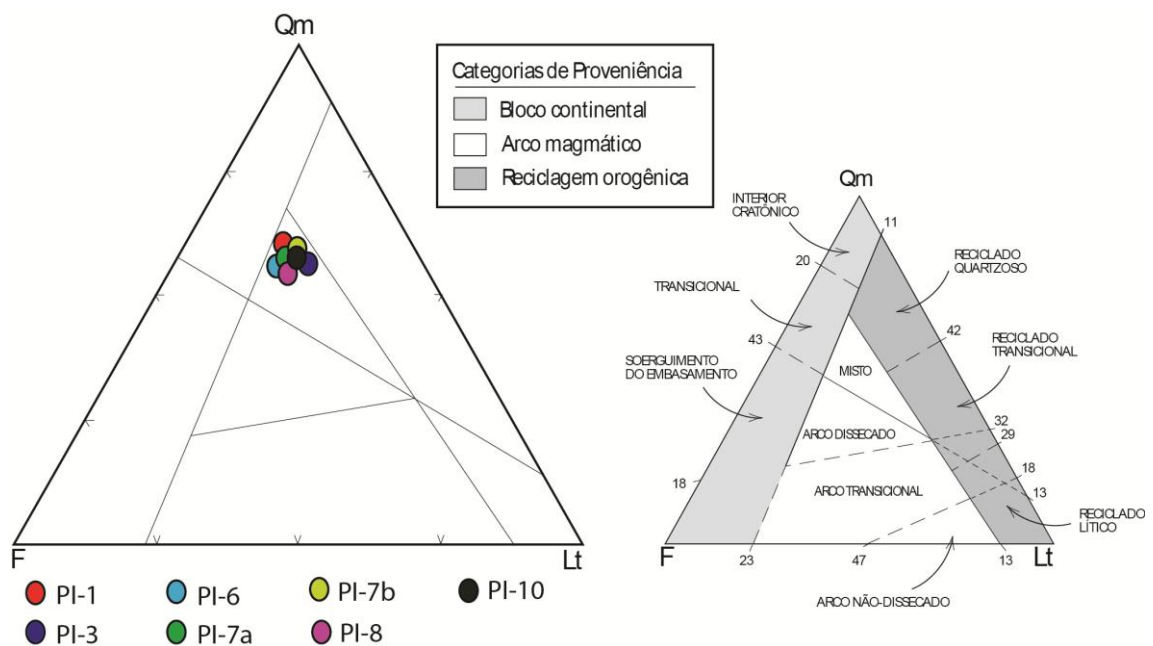


Figura 15: Representação das amostras analisadas no diagrama Qm-F-L de Gazzi-Dickinson para proveniência tectônica.

*Figure 15: Representation of the analyzed samples in the Gazzi-Dickinson Qm-F-L diagram for tectonic provenance.*

#### 4. Discussões

As exposições rochosas da Bacia do Paraná no RS que registram a transição das unidades do Triássico para o Jurássico indicavam um contato erosivo entre as unidades das formações Guará e Botucatu sobre os arenitos dos sistemas fluviais da Formação Rio do Rastro (Scherer *et al.*, 2006). A Formação Guará (Jurássico Superior) é uma sucessão continental de 80 a 120 metros de espessura que se desenvolveu na porção oeste do estado do RS. Na sua porção norte é caracterizada por arenitos grossos a conglomeráticos com estrutura em calha e estratificação cruzada planar, bem como laminação de baixo ângulo, que são interpretados para representar depósitos de rios trançados (Scherer *et al.*, 2016). Ao sul, essas fácies fluviais afinam e se entrelaçam com arenitos de grão fino a médio com estratificação cruzada em grande escala e laminação horizontal, interpretadas como depósitos de dunas eólicas e de areia eólica, respectivamente.

A Formação Botucatu (Cretáceo) caracteriza-se pela formação de grandes estratos transversais formados pela escalada sucessiva de dunas eólicas, sem acumulação interdunitária e/ou fluvial (sistema eólico seco). O contato entre as formações Guará e Botucatu é delineado por uma superfície de deflação observada em toda a bacia. A mudança abrupta nas condições de deposição que ocorreram através desta super-superfície sugere uma grande mudança climática, desde condições semi-áridas (Jurássico Superior) até condições hiper-áridas (Cretácico Inferior).

A presença de rochas sedimentares entre as formação Rio do Rastro e Botucatu, e, portanto, correlatas a Formação Guará haviam sido descritas por Nowatzki & Kern (2000) e Nowatzki & Klein (2001). Esta sedimentação foi denominada informalmente de Arenito Pedreira e descrita como uma sucessão de ciclos granodecrescentes compostos por arenitos conglomeráticos e conglomerados arenosos clasto-suportados e polimíticos. Estes últimos são caracterizados por litoclastos de diversas rochas do embasamento.

Para investigar as rochas fontes e os possíveis caminhos desta sucessão sedimentar foram feitas análises petrográficas com análise modal. As porcentagens dos componentes devidamente quantificadas podem definir assinaturas composicionais dos principais ambientes tectônicos, tais como cráton estável, *rifts* alimentados pelo soerguimento de blocos do embasamento, arcos magmáticos e cinturões orogênicos com reciclagem de rochas sedimentares e metassedimentares (Dickinson, 1985). Também é possível perceber, em alguns casos, a evolução tectônica do terreno pelas mudanças da sedimentação na bacia. Segundo Dickinson (1985), os arcos dissecados podem representar uma mistura de detritos vulcânicos



e plutônicos além de clastos metamórficos e sedimentares. Os sedimentos derivados de arcos dissecados tendem a possuir K-feldspato e quartzo plutônico juntamente com material vulcanoclástico. A composição dos arenitos é menos vulcano-lítica do que arenitos de arcos não-dissecados (Dickinson & Suczek, 1979).

Os dados petrográficos dos níveis de arcóseos líticos e arenito conglomerático do Arenito Pedreira indicam uma origem a partir da erosão de fontes clásticas dominantes como rochas metavulcano-sedimentares de baixo grau representadas por xistos micáceos e quartzo-feldspáticos, quartzitos, mármore e xistos metavulcanoclásticos, com contribuição significativa de paragneisses de alto grau e de gnaisses tonalíticos a granodioríticos e metagranitóides de grau médio. Ocorrem também xistos magnesianos, granitos a muscovita, com variados graus de milonitização, sienogranitos indeformados, rochas vulcânicas efusivas (andesitos e basaltos), além de pelitos e arenitos. A presença de cristais prismáticos de plagioclásio, zonados e com macla polissintética, de microclínio e quartzo também sustenta a existência de rochas plutônicas.

O ambiente deposicional do Arenito Pedreira é interpretado como associado a canais de rios entrelaçados próximos a área fonte devido ao baixo grau de trabalho e diversificação do tamanho dos grãos e angulosidade dos mesmos. As sete amostras selecionadas para a determinação da proveniência através do método de Gazzi-Dickinson (Dickinson, 1985) se enquadraram essencialmente no campo misto de arco magmático dissecado. Os resultados da análise petrográfica apresentam evidências de um ambiente tectônico de arco continental. O baixo a médio grau de seleção dos arcóseos líticos e arenitos conglomeráticos analisados associados a angulosidade dos litoclastos descritos, sugerem uma área fonte próxima ao sítio deposicional e um transporte relativamente curto. As áreas fontes do Arenito Pedreira aparentemente permaneceram constantes, ao longo da deposição dos sedimentos.

Em termos de proveniência, os litoclastos de rochas metavulcano-sedimentares de baixo grau e xistos ultramáficos podem ser correlatos com as rochas do Complexo Porongos, ocorrentes na região de Cachoeira do Sul e descritas por Marques *et al.* (2003), Goldmann *et al.* (2008), Pertille *et al.* (2015) e Zvirtes *et al.* (2016). Os litoclastos de paragneisses de alto grau com silimanita e cordierita são semelhantes aos descritos no Complexo Várzea do Capivarita, na região de Encruzilhada do Sul e Butiá, por Silva *et al.* (2002), Philipp *et al.* (2013, 2016) e Bom *et al.* (2014). Os clastos de gnaisses tonalíticos a granodioríticos e de metagranitóides miloníticos são correlacionáveis as unidades do Complexo Arroio dos Ratos descritos por Martil *et al.* (2011) e Gregory *et al.* (2011, 2015). Os clastos de granitos a

muscovita são similares aos granitos peraluminosos da Suíte Cordilheira descritos por Picada (1965, 1969), Nardi & Frantz (1995), Koester (1995), Koster *et al.* (2001) e Philipp & Machado (2005). Os clastos de andesitos e basaltos porfíricos com textura traquítica descritos são similares as rochas vulcânicas da Formação Hilário, do Grupo Bom Jardim, da Bacia do Camaquã encontrados nas regiões de Cachoeira do Sul (vale do Piquiri), Pântano Grande, Encruzilhada do Sul e Butiá (Paim *et al.*, 2000).

A composição dos litoclastos nos remete a áreas fontes localizadas no Escudo Sul-rio-grandense, destacando as rochas que ocorrem no Cinturão Dom Feliciano, especificamente do Terreno Tijucas e do Batólito Pelotas, como principais fornecedores de sedimentos para gerar as unidades do Arenito Pedreira. A localização das áreas fontes e dos furos de sondagem analisados sugere que os sistemas deposicionais que constituíram o Arenito Pedreira tiveram paleocorrentes de direção NE.

A evolução da Bacia do Paraná não foi um processo contínuo e envolveu importantes ciclos tectônicos que condicionaram a deposição das sequências sedimentares (Almeida, 1966, 1967; Milani & Ramos, 1998). Estes ciclos deposicionais estão separados por hiatos temporais que marcam etapas de soerguimento do embasamento e movimentações tectônicas internas na bacia (Milani & Ramos, 1998; Milani *et al.* 2000). No estado do RS o registro da sedimentação durante o Triássico Médio, marca o início de uma fase de *rift* que expõe grande parte da área Bacia do Paraná gerando uma extensa superfície erosiva (Faccini, 2000; Zeffass *et al.* 2003). Esta fase coincide com uma importante mudança no estilo deposicional, com sequências aluviais caracterizadas por arenitos grossos e conglomerados evoluindo para sistemas fluviais entrelaçados gerando as rochas do Membro Passo das Tropas, da Formação Santa Maria. Esta notável incisão fluvial e seus processos de sedimentação estiveram relacionados à redução do nível estratigráfico de base e foi interpretada como uma resposta sedimentar à reorganização tectônica da bacia (Faccini, 2000, 2007; Zeffass *et al.* 2005). Estes eventos representaram uma resposta intra-placa de um evento de compressão regional associado com processos de subducção localizados na margem sul do Gondwana, e que deram origem a Sierra de la Ventana (~260 Ma), na Argentina e ao *Cape Fold Belt*, na África do Sul (de Witt *et al.* 1988). A estrutura tectônica que condiciona a deposição dos sedimentos esta caracterizada por uma calha principal de direção NW-SE, e cujos dados de paleocorrente para N-NE indicam um soerguimento regional da parte central do Escudo Sul-rio-grandense (Faccini, 2000, 2007; Philipp *et al.* 2013, 2014).

Este soerguimento gera o desenvolvimento de uma estrutura regional caracterizada como Arco do Rio Grande, com sua estruturação ligada a reativação Wealdeniana conforme

descrita por Almeida (1967, 1980) (Fig.16). Esta estrutura esta limitada ao norte pelo Sistema de Falha Jaguari-Mata e ao sul pelo Sistema de Falhas Ibaré-Alegrete, conforme levantamentos sedimentares desenvolvidos por Faccini (2000, 2007), Rosa & Faccini (2005) e Flores (2005), por levantamentos estruturais, geocronológicos e geofísicos (método magnetotelúrico) sintetizados por Philipp *et al.* (2013a,b; 2014) e por estudos termo-cronológicos de traços de fissão e determinações de U-Th-He em apatitas realizados por Jelinek *et al.* (2013, 2015).

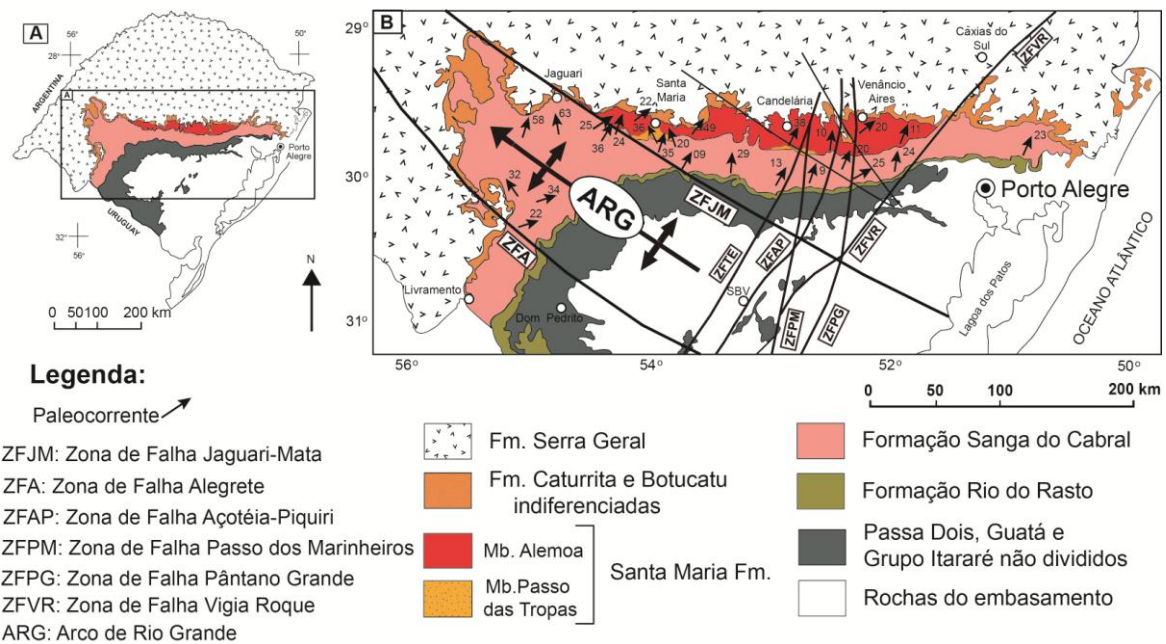


Figura 16: A) Mapa geológico da Bacia do Paraná no RS; B) Mapa geológico da borda sul da BP destacando as rochas do Triássico e os sistemas de falhas que delimitam o Arco do Rio Grande.

Figure 16: A) Geological map of the Paraná Basin in the RS State; B) Geological map of south board of the PB highlighting the Triassic rocks and fault systems that delimit by Rio Grande Arch.

No início do Jurássico a porção central do Escudo Sul-rio-grandense estava soerguida com a formação do Arco do Rio Grande (Almeida *et al.* 1980) e mais a nordeste pela depressão da Sinclinal de Torres, ambas estruturas orientadas segundo a direção NW-SE. Este alto topográfico refletiria uma mudança nas condições de sedimentação e no fornecimento de sedimentos para as unidades Jurássicas e Cretáceas na Bacia do Paraná. Neste caso, as fontes da sedimentação que geraram as unidades do Arenito Pedreira estariam a sul-sudoeste e as paleocorrentes deveriam ser para N-NE. Esta hipótese é confirmada pela natureza dos clastos

identificados nos níveis de arcóseos líticos e conglomerados e reforçada pelos resultados dos diagramas Qt-F-L e Qm-F-Lt propostos por Gazzi-Dickinson (Dickinson, 1985) que indicam como fonte dos sedimentos rochas de um arco magmático continental representado pelas unidades do Cinturão Dom Feliciano.

## 5. Conclusões

A unidade Arenito Pedreira é composta por uma sucessão de ciclos granodecrescentes constituídos por arenitos conglomeráticos e conglomerados arenosos clasto-suportados e polimíticos com grânulos e seixos angulosos de rochas metavulcano-sedimentares de baixo grau, gnaisses pelíticos de alto grau, ortognaisses e metagranitóides miloníticos de fácies anfibólito, granitos peraluminosos deformados, granitos indeformados, rochas sedimentares e vulcânicas. Estas unidades são sucedidas para pacotes de arenitos médios a grossos com estratificação cruzada tangencial e cruzada de baixo ângulo, finalizando em arenitos com marcas de ondas e pelitos laminados no topo. Esta é uma unidade peculiar dentro da Bacia do Paraná que apresenta um forte registro de atividade tectônica relativamente rápida, atuantes entre o Jurássico Médio e Superior. A sedimentação ocorreu de forma rápida, causada por rios efêmeros associados a mudanças climáticas causadas por um período de intensa atividade vulcânica originado durante o Permo-Triássico.

As áreas fontes do Arenito Pedreira são proximais e sugerem pelas suas características composicionais, descritas na grande variedade de litoclastos que caracterizam os níveis de arcóseos líticos e arenitos conglomeráticos, uma grande semelhança com as rochas encontradas no Cinturão Dom Feliciano. Pela posição geográfica dentro da bacia podemos sugerir que o Arenito Pedreira é o resultado da erosão das rochas encontradas no Terreno Tijucas e no Batólito Pelotas. Estes dados indicam que a sedimentação das unidades do Arenito Pedreira resultaram da erosão da porção sudeste do Arco de Rio Grande, e que esta estrutura delimitou a sedimentação desta unidade sobre uma porção do embasamento.

## Referências Bibliográficas

- Almeida, F.F.M. 1966. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. II Semana de Debates Geológicos, CAEG, Univ. Fed. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, *Texto dos Debates*, p. 42-67.
- Almeida, F.F.M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. DNPM-DGM, *Boletim* 241, Rio de Janeiro, p.1-36.

- Almeida, F.F.M. 1980. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. *Relatório PAULIPETRO*, São Paulo, IPI, p.1-18.
- Alessandretti, L., Philipp, R.P., Chemale Jr., F., Brückmann, M.P., Zvirtes, G. Matté, V. & Ramos, V.A. 2013. Provenance, volcanic record, and tectonic setting of the Paleozoic Ventania Fold Belt and the Claromecó Foreland Basin: Implications on sedimentation and volcanism along the southwestern Gondwana margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 47(1): 12-31.
- Assumpção, M., Feng, M., Tassara, A. & Júlia, J. 2013. Models of crustal thickness for South America from seismic refraction, receiver functions and surface wave tomography. *Tectonophysics* 609(1): 82-96.
- Babinski, M., Chemale Jr., F., Hartmann, L.A., Van Schmus, W.R. & Silva, L.C. 1995. Acreção juvenil no bloco São Gabriel e retrabalhamento crustal no Cinturão Dom Feliciano durante o Ciclo Brasileiro: evidências isotópicas. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 6., 1995. Porto Alegre, *Anais*. Porto Alegre, SBG, p. 105-107.
- Babinski, M., Chemale Jr., F., Hartmann, L.A., Van Schmus, W.R. & Silva, L.C. 1997. U-Pb and SmNd geochronology of the Neoproterozoic GraniticGneissic Dom Feliciano Belt, Southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 10(3-4): 263-274.
- Bom, F.M., Philipp, R.P. & Zvirtes, G. 2014. Origem e evolução do Complexo Várzea do Capivarita, Encruzilhada do Sul, RS. *Pesquisas em Geociências*. 41(2): 131-153.
- Brückmann, M.P. 2015. *Datação U-Pb e Geoquímica de zircões do Grupo Serra Geral, Sul do Brasil*. Porto Alegre, 50p. Monografia de Conclusão do Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Camozzato, E., Philipp, R.P. & Chemale Jr., F. 2013. Idades Estaterianas e Calimianas no Domo da Vigia: o Complexo Vigia, o Metagranito Seival e o Anfibólito Tupi Silveira, Bagé, RS. In: XIV, SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, Chapada dos Guimarães, *Resumos Expandidos*, Chapada dos Guimarães, SBG, CD Rom.
- Chemale Jr., F. 2000. Evolução Geológica do Escudo Sul-rio-grandense. In: Ianuzzi, R. and Frantz, J.C. (eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, CIGO/UFRGS, p. 13-52.
- Cordani, U.G., Tassinari, C.C.G. & Kawashita, K. 1984. A Serra dos Carajás como região limítrofe entre províncias tectônicas. *Ciências da Terra*, 9: 6-11.

- Dickinson, J.A., Cook, S.D. & Leinhardt, T.M. 1985. The measurement of shock waves following heel strike while running. *Journal of Biomechanics* 18(6): 415-422.
- Espíndola, E. 2017. Análise arquitetural de depósitos flúvio-eólicos da formação Jurássico superior - Cretáceo inferior na borda leste da bacia do paraná, RS, Brasil. Programa de Pós-graduao em Estratigrafia. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faccini, U.F. 2000. Estratigrafia do permio-triássico do Rio Grande do Sul: estilos deposicionais versus espaço de acomodao. Porto Alegre, 332 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduao em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Faccini, U.F. 2007. Mesozoic sedimentary record of Southern Paraná Basin, Brazil. *In: I, WORKSHOP - PROBLEMS IN WESTERN GONDWANA GEOLOGY*, Gramado, *Extended Abstracts*, Gramado, SBG, p. 42-45.
- Faccini, U.F., Lavina, E.L., Lopes, R.C., Schultz, C.L. & Dutra, T.G. 2000. Gondwana Sequences (Early Permian to Early Cretaceous) in the southern border of Paraná Basin – Stratigraphy and Paleontology, (Rio Grande do Sul, Brazil). 31, International Geological Congress, Rio de Janeiro, *Pre-Congress Field Trip Text*, Rio de Janeiro, SBG, p.1-37.
- Folk, R.L. 1974: *Petrology of sedimentary rocks*. Handbook Hemphill Pub.Co, Austin, Texas.
- Frantz, J.C, McNaughton, N.J., Marques, J.C., Hartmann, L.A., Botelho, N.F. & Caravaca, G. 2003. SHRIMP U-Pb zircon ages of granitoids from southernmost Brazil, Constraints on the temporal evolution of the Dorsal de Canguçu transcurrent shear zone and the eastern Dom Feliciano Belt. *In: IV, SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM OF ISOTOPE GEOLOGY*, Brasília, *Short Papers*, Brasília SBG, p. 174-177.
- Gallagher, K., Hawkesworth, C.J. & Mantovani, M.S.M. 1995. Denudation, fission track analysis and long-term evolution of passive margin topography: application to the southeast brazilian margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 8(1): 65-77.
- Goldmann, K., Marques, J.C., Frantz, J.C. & Chemale Jr., F. 2008. Geoquímica e isótopos de Nd de Rochas metavulcnicas da Antiforme Capan, Complexo metamórfico Porongos, RS. *Revista Pesquisas em Geociências*. 35(2): 83-95.
- Gregory T.R., Bitencourt M.A.F.S., Nardi L.V.S., Florisbal L.M. & Chemale Jr. F. 2015. Geochronological data from TTG-type rock associations of the Arroio dos Ratos Complex and implications for crustal evolution of southernmost Brazil in Paleoproterozoic times. *Journal of South American Earth Sciences*. 57: 49-60.

- Gubert, M.L., Philipp, R.P. & Basei, M.A.S. 2016. U-Pb geochronology of the Bossoroca Complex, São Gabriel Terrane, Dom Feliciano belt, southernmost Brazil: tectonic implications for a neoproterozoic São Gabriel arc. *Journal of South American Earth Sciences*. 70: 1-17.
- Hartmann, L.A., Chemale Jr., F. & Philipp, R.P. 2007. Evolução geotectônica do Rio Grande do Sul no Precambriano. In: Ianuzzi, R. and Frantz, J.C. (eds.). *50 anos de Geologia*. Porto Alegre, Editora Comunicação e Identidade, CIGO/UFRGS. v. 1, p. 97-123.
- Hartmann, L.A., Philipp, R.P., Santos, J.O.S. & McNaughton, N.J. 2011. Time frame of 753-680 Ma juvenile accretion during the São Gabriel orogeny, southern Brazilian Shield. *Gondwana Research*. 19: 84-99.
- Hartmann L.A., Santos J.O.S., Leite J.A.D., Porcher C.C., McNaughton I., & Neal J. 2003. Metamorphic evolution and U-Pb zircon SHRIMP geochronology of the Belizário ultramafic amphibolite, Encantadas Complex, southernmost Brazil. *Anais Academia Brasileira de Ciências*. 75(3): 393-403.
- Holz, M., Kuchle, J., Philipp, R.P., Bischoff, A.P. & Arima, N. 2006. Hierarchy of tectonic control on stratigraphic signatures: base-level changes during the Early Permian in the Paraná Basin, southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 22: 185-204.
- Jelinek, A.R., Philipp, R.P. & Chemale Jr., F. 2013. Evolução termo-tectônica do Cinturão Dom Feliciano no RS e SC a partir da integração da análise por traços de fissão em apatita e da geologia estrutural. In: XIV, SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, Chapada dos Guimarães, *Boletim de Resumos Expandidos*, Chapada dos Guimarães, SBG.
- Jelinek, A.R., Philipp, R.P., Chemale, F.J., Faccini, U., Viana, A.R. & Lavina, E. 2014. The tectonic-thermal history of the Southern Brazilian Shield and the relation to the depositional history of Paraná Basin. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THERMOCHRONOLOGY. Chamonix. *Abstract Book*, Chamonix, v. 1.
- Jelinek, A.R., Philipp, R.P., Faccini, U., Viana, A. & Oliveira, C.E. 2015. The Phanerozoic tectonic-thermal history of the Camaquã Basin and the adjacent basement. In: IX, SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Florianópolis. *Anais* ....., Florianópolis, SBG.
- Koester, E. 1995. *Petrologia e geocronologia dos granitóides sintectônicos à Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu*. Porto Alegre, 240 p. Dissertação de Mestrado,

Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- Koester, E., Roisemberg, A., Fernandes, L.A.D., Soliani Jr., E., Nardi, L.V.S. & Kraemer, G. 2001. Petrologia dos granitóides sintectônicos à Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu, Encruzilhada do Sul, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, 31(2): 131-140.
- Leite J.A.D., Hartmann L.A., Fernandes L.A.D., McNaughton N.J., Soliani Jr. E., Koester E., Santos J.O.S. & Vasconcellos M.A.Z. 2000. Zircon U-Pb SHRIMP dating of gneissic basement of the Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 13: 739-750.
- López-Gamundi, O.R., Conaghan, P.J., Rosselo, E.A. & Cobbold, P.R. 1995. The Tunas Formation (Permian in the Sierras Australes Fold belt east central Argentina: evidence for syntectonic sedimentation in a foreland basin. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 129-142.
- Machado, J.L.F. 2005. Compartimentação espacial e arcabouço hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul. São Leopoldo, 237p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Marques, J.C., Jost, H., Roisemberg, A. & Frantz, J.C. 1998. Eventos ígneos da Suíte Metamórfica Porongos na área da Antiforme Capané, Cachoeira do Sul, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(4): 419-430.
- Martil M.M.D., Bitencourt M.F. & Nardi L.V.S. 2011. Caracterização estrutural e petrológica do magmatismo pré-colisional do Escudo Sul-rio-grandense: os ortognaisses do Complexo Metamórfico Várzea do Capivarita. *Pesquisas em Geociências*. 38(2): 181-201.
- Milani, E.J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Porto Alegre, 294 p., Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Milani, E.J. & Ramos, V.A. 1998. Orogenias Paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28:473-484.
- Milani, E.J.; Faccini, U.F.; Scherer, C.M.S.; Araújo, L.M. & Cupertino, J.A. 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. *Boletim IG-USP*, 29:125-173.
- Nardi, L.V.S. & J.C. Frantz. 1995. The Cordilheira Intrusive Suite: Late Proterozoic peraluminous granitoids from the southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 8(1):55-63.



- Nowatzki, C.H. & Kern, H.P. 2000. The eolian between Sanga do Cabral and Botucatu formations in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Academia Brasileira de Ciências*, (2), p.72.
- Nowatzki, C.H. & Klein, C., 2001. A Formação Sanga do Cabral na região de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Geologia Colombiana*, 26: 45-57.
- Paim, P.S.G.; Chemale Jr., F. & Lopes, R.C. 2000. A Bacia do Camaquã. In: Geologia do Rio Grande do Sul. Ianuzzi, R., & Frantz, J.C (eds.), *CIGO/UFRGS*, Porto Alegre. p. 231-274.
- Pertille J., Hartmann L.A. & Philipp R.P. 2015a. Zircon U-Pb age constraints on the Paleoproterozoic sedimentary basement of the Ediacaran Porongos Group, Sul-Riograndense Shield, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 63: 334-345.
- Pertille J., Hartmann L.A., Philipp R.P., Petry T.S. & Lana C.C. 2015b. Origin of the Ediacaran Porongos Group, Dom Feliciano Belt, southern Brazilian Shield, with emphasis on whole rock and detrital zircon geochemistry and U-Pb, Lu-Hf isotopes. *Journal of South American Earth Sciences*. 64: 69-93.
- Philipp, R.P., Machado, R. & Chemale Jr, F. 2003. Reavaliação e Novos Dados Geocronológicos (Ar/Ar, Rb/Sr e Sm/Nd) do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: Implicações Petrogenéticas e Idade de Reativação das Zonas de Cisalhamento. *Boletim IG-USP. Série Científica*. 3: 71-84.
- Philipp, R.P. & Machado, R. 2005. The Late Neoproterozoic granitoid magmatism of the Pelotas Batholith, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. Londres, 19: 461-478.
- Philipp R.P., Lusa M. & Nardi L.V.S. 2008. Geochemistry and petrology of dioritic, tonalitic and trondhjemitic gneisses from Encantadas Complex, Santana da Boa Vista, southernmost Brazil, a Paleoproterozoic continental-arc magmatism. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80: 1-14.
- Philipp R.P., Massone H.J. & Campos R.S. 2013a. Peraluminous leucogranites of Cordilheira Suite, record of Neoproterozoic collision and generation of Pelotas Batholith, Dom Feliciano Belt, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 43: 8-24.
- Philipp, R.P., Zvirtes, G., Brückmann, M.P., Faccini, U.F., Viana, A.R., Lavina, E. & Scherer, C. 2013b. Estruturas tectônicas na seção geológica Santana do Livramento-Rosário do Sul-Jaguari: evidências do Arco de Rio Grande, Bacia do Paraná, RS. SIMPÓSIO

- NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, XIV, Chapada dos Guimarães, *Boletim de Resumos Expandidos*, Chapada dos Guimarães, SBG, v.1.
- Philipp, R.P., Kloss, H.P., Schultz, C.L., Basei, M.A.S., Horn, B.L. & Soares, M. 2013c. Proveniência por U-Pb LA-ICP-MS em zircão detrítico e idade de deposição da Formação Santa Maria, Triássico da Bacia do Paraná, RS: evidências da estruturação do Arco do Rio Grande. SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, XIV, Chapada dos Guimarães, *Boletim de Resumos Expandidos*, Chapada dos Guimarães, SBG, v.1.
- Philipp, R.P., Rolim, S.B.A., Malta, L., Jelinek, A.R., Viana, A., Lavina, E.L., Cagliari, J. & Faccini, U.F. 2014. Estruturação do Arco de Rio Grande e da Sinclinal de Torres, Bacia do Paraná, RS: evidências por levantamentos magnetotélúricos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOFÍSICA, VI, Porto Alegre, *Extended Abstracts*, Porto Alegre, SBGf, v.1.
- Philipp, R.P., Pimentel, M.M. & Chemale Jr., F. 2016a. Tectonic evolution of the Dom Feliciano belt in southern Brazil based on geological relationships and U-Pb geochronology. *Brazilian Journal of Geology*. 46(1): 83-104.
- Philipp, R.P., Bom, F.M., Pimentel, M.M., Junges, S.L. & Zvirtes, G. 2016b. SHRIMP U-Pb age and ultra-high temperature conditions of the collisional metamorphism in the Várzea do Capivarita Complex: implications for the origin of Pelotas Batholith, Dom Feliciano belt, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 66: 196-207.
- Picada, R.S. 1965. Ocorrências de migmatitos, granitos e gnaiss controlados por fraturas regionais, Encruzilhada do Sul, RS. *Boletim da Escola de Geologia*, 14: 7-59.
- Picada, R.S. 1969. Faixa de granitos sincinemáticos no Escudo Sul-Riograndense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador, *Resumo de Comunicações*, Salvador, SBG, v.86.
- Renne, P.R., Glen, J.M., Milner, S.C. & Duncan, A.R., 1996b. Age of Etendeka flood volcanism and associated intrusions in southwestern Africa. *Geology*. 24: 659-662.
- Rosa, A.A. & Faccini, U.F. 2005. Delimitação de blocos estruturais de diferentes escalas em sequências mesozóicas do Estado do Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas. *GAEA*, 1(1): 16-23.
- Saalmann, K.; Hartmann, L.A. & Remus, M.V.D. 2005. Tectonic evolution of two contrasting schist belts in southernmost Brazil: A plate tectonic model for the Brasiliano orogeny. *International Geology Review*, 47: 1234-1259.

- Saalmann, K., Remus, M.V.D. & Hartmann, L.A., 2006, Structural evolution and tectonic setting of the Porongos belt, southern Brazil. *Geological Magazine*, 143(1): 59-88.
- Saalmann K., Gerdes A., Lahaye Y., Hartmann L.A., Remus M.V.D. & Laufer A. 2010. Multiple accretion at the eastern margin of the Rio de La Plata craton, the prolonged Brasiliano orogeny in southernmost Brazil. *International Journal Earth Sciences*. 100: 355-378.
- Scherer, C.M.S. & Lavina, E.L. 2006. Stratigraphic evolution of a fluvial-eolian succession: The example of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Guar and Botucatu formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. *Gondwana Research*. 9: 475-484.
- Silva, L.C., McNaughton, N.J., Hartmann, L.A. & Fletcher, I. R. 1999. SHRIMP U-Pb zircon dating of Neoproterozoic granitic magmatism and collision in the Pelotas Batholith, Southernmost Brazil. *International Geology Review*. 41: 531-551.
- Silva, A.O.M., Porcher, C.C., Fernandes, L.A.D. & Droop, G.T.R. 2002. Termobarometria da Suíte Metamórfica Várzea do Capivarita (RS): Embasamento do Cinturão Dom Feliciano. *Revista Brasileira de Geociências*. 32: 419-432.
- Stewart, K., Turner, S., Kelley, S., Hawkesworth, C. J., Kirstein, L. & Mantovani, M. S. M., 1996. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar geochronology in the Paraná continental flood basalt province. *Earth and Planetary Science Letters*. 143: 95-109.
- Thiede, D.S. & Vasconcelos, P.M., 2010. Paraná flood basalts: rapid extrusion hypothesis confirmed by new <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar results. *Geology*. 38: 747-750.
- Waichel, B.L., Lima, E.F., Viana, A.R., Scherer, C.M., Bueno, G.V. & Dutra, G. 2012. Stratigraphy and volcanic facies architecture of the Torres Syncline, Southern Brazil, and its role in understanding the Paraná-Etendeka Continental Flood Basalt Province. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 215-216: 74-82.
- Weltje, G.J., 2002. Quantitative analysis of detrital modes: statistically rigorous confidence regions in ternary diagrams and their use in sedimentary petrology. *Earth-Sci. Rev.* 57: 211-253.
- Witt, M., Jeffery, M., Bergh, H. & Nicolaysen, L. 1988. *Geological map of sectors of Gondwana*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. and Univ. Witwatersrand.
- Zerfass, H., Chemale Jr., F., Schultz, C.L. & Lavina, E. 2003. Tectonics and sedimentation in Southern South America during Triassic. *Sedimentary Geology*, 166: 265-292.
- Zerfass, H., Chemale Jr., F. & Lavina, E., 2005. Tectonic Control of the Triassic Santa Maria Supersequence of the Paraná Basin, Southernmost Brazil, and its Correlation to the Waterberg Basin, Namibia. *Gondwana Research*, 8: 163-176.

## Capítulo III

### 1. Conclusões

O Arenito Pedreira é composto por uma sucessão de ciclos granodecrescentes constituídos por arcóseos líticos e conglomerados arenosos clasto-suportados e polimíticos. Os litoclastos variam de grânulos a seixos de para e ortognaisses de médio a alto grau, metassedimentos e metavulcanoclásticas de baixo grau, granitos miloníticos, granitos indeformados, rochas sedimentares e vulcânicas.

Na região sul esta é uma unidade peculiar dentro da Bacia do Paraná, que apresenta um registro de atividade tectônica relativamente rápida, atuante entre o Jurássico Médio e Superior dentro da bacia. A sedimentação ocorreu por rios efêmeros associados as mudanças climáticas causadas pelo incremento das atividades vulcânicas durante o Permo-Triássico. Os níveis de arcóseos líticos e de arenitos conglomeráticos apresentam uma grande quantidade de litoclastos permitindo uma análise das fontes da sedimentação a partir da petrografia dos clastos e dos seixos conforme apresentado no Capítulo II.

Os resultados obtidos e apresentados no artigo referente a esta dissertação, salientam a utilização do método Gazzi-Dinckinson, e nos mostram que os sedimentos do Arenito Pedreira são provenientes de um arco continental dissecado. As características texturais indicam que a área fonte é próxima da área de deposição e que o transporte dos sedimentos é curto. As características composicionais descritas e a grande variedade de litoclastos presentes nos níveis de arenitos líticos e arenitos conglomeráticos do Arenito Pedreira, indicam que as rochas fontes têm uma ampla correlação com as rochas encontradas no Cinturão Dom Feliciano.

Pela posição geográfica dentro da bacia podemos sugerir que as fontes do Arenito Pedreira são o resultado da erosão das rochas encontradas no Terreno Tijucas e no Batólito Pelotas. Estes dados indicam provavelmente, que os sedimentos que originaram as unidades do Arenito Pedreira resultaram da erosão da porção sudeste do Arco de Rio Grande, e que esta estrutura delimitou a sedimentação desta unidade sobre uma porção do embasamento. Esta hipótese sugere que as paleocorrentes dos sistemas fluviais efêmeros que alimentaram a construção do Arenito Pedreira possuem direção N-NE.

A construção do Arco de Rio Grande está registrada através da estratigrafia da Bacia do Paraná pela deposição na sua porção sudoeste das rochas da Formação Guará, com paleocorrentes para o S-SW e, com a deposição na sua porção nordeste, do Arenito Pedreira com paleocorrentes de direção N-NE. Esta inversão de paleocorrentes em unidades de um

mesmo intervalo de tempo, entre o Jurássico Médio e Superior, indica que o Arco de Rio Grande estava construído e controlou os processos de sedimentação da Formação Guará e do Arenito Pedreira.

## Referências Bibliográficas

- Bastien, L., Guillocheau, F., Milani, E.J., Scherer, C.M.S. 2015. New Regional Correlations Between the Congo, Paraná and Cape-Karoo Basins of Southwest Gondwana. *In:* M.J. de Wit et al. (eds.), *Geology and Resource Potential of the Congo Basin, Regional Geology Reviews*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, cap.13, p. 245-268.
- Espíndola, E. 2017. Análise arquitetural de depósitos flúvio-eólicos da formação Jurássico superior - Cretáceo inferior na borda leste da bacia do paraná, RS, Brasil. Programa de Pós-graduação em Estratigrafia. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Lavina, R.L. & Scherer, C.M. 2003. Evolução estratigráfica e paleoambiental da sedimentação neopermiana e mesozóica do Rio Grande do Sul: implicações na construção do arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná. *In:* ENCONTRO SOBRE ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDO E BACIAS, I, ILEA/UFRGS. Porto Alegre, Resumos Expandidos, Porto Alegre, SBG, v.1, p. 145-150.
- Milani, E.J. & Ramos, V.A. 1998. Orogenias Paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28:473-484.
- Milani, E.J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Porto Alegre, 294 p., Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Milani, E.J.; Faccini, U.F.; Scherer, C.M.S.; Araújo, L.M. & Cupertino, J.A. 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. *Boletim IG-USP*, 29:125-173.

- Nowatzki, C.H. & Kern, H.P. 2000. The eolian between Sanga do Cabral and Botucatu Formations in Rio Grande do Sul state, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, nº2: p.72.
- Nowatzki, C.H. & Klein, C., 2001. A Formação Sanga do Cabral na região de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Geologia Colombiana*, 26: 45-57.