



**Universidade Federal do Rio de Janeiro**

**Instituto de Geociências**

**Departamento de Geologia**

**PETROGRAFIA DE ARENITOS DA FORMAÇÃO RESENDE  
EM TESTEMUNHOS DO POÇO RESENDE-1- RJ**

Monografia apresentada por:

**Rafael Maia dos Santos**

Orientador:

Prof. Carlos Jorge Abreu, D. Sc.

Rio de Janeiro

Maio de 2010

**PETROGRAFIA DE ARENITOS DA FORMAÇÃO RESENDE  
EM TESTEMUNHOS DO POÇO RESENDE-1-RJ**

**Rafael Maia dos Santos**

Monografia apresentada como requisito obrigatório da disciplina Estágio de Campo IV, no curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Área de concentração: Petrografia Sedimentar

Orientador: Prof. Dr. Carlos Jorge Abreu

Avaliada por:

---

Prof. Dr. Carlos Jorge Abreu (Depto. Geologia/UFRJ)

---

Prof. Dr. Júlio Cesar Mendes (Depto. Geologia/UFRJ)

---

Prof. Dr. Leonardo Borghi de Almeida (Depto. Geologia/UFRJ)

## FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, RAFAEL

Petrografia de Arenitos da Formação Resende em Testemunhos do Poço Resende-1-RJ.

Rio de Janeiro, 2010

38 p. Instituto de Geociências – UFRJ, Dissertação de Graduação em Geologia - Monografia Final de Estágio de Campo IV - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 2010.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro, mais importante e alicerce da minha vida, meus pais, irmão, minha família e parentes que me deram todo apoio, suporte e foram essenciais para que eu pudesse obter minha graduação;

Aos amigos de faculdade que fizeram desta longa jornada de 5 anos de aprendizado uma experiência agradável e inesquecível.

Aos professores desta instituição que fizeram e desempenham um papel fundamental na formação de profissionais aqui formados. Em especial aos professores Gerson Cardoso, Emílio Veloso, José Mario, Ismar, Julio Mendes, Cláudio Limeira, Leonardo Borghi, Renato Ramos e ao orientador desse trabalho professor Carlos Jorge Abreu;

Aqueles com quem tive o prazer de trabalhar nos laboratórios, LabHidro e GEDAP, em especial a Mírian, Manuela, Carol, Juliana, Luana, Felipe, Leonardo e João Paulo Schüh.

Aos amigos e professores de longas datas que tenho e que tive, que além de torcerem por mim, muito colaboraram para formação de minhas idéias e personalidade, em especial aos professores Lincoln e Denise, e ao amigo Jorge.

Ao amigo Athos e aos professores Juca, Joel e Jadir, que não estão entre nós, mas nunca sairão do meu coração; a eles meu respeito e a certeza de estarem em um lugar de melhor energia.

## RESUMO

SANTOS, R. M. **Petrografia de Arenitos da Formação Resende em Testemunhos do Poço Resende-1-RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Este estudo visa uma análise petrográfica sedimentar da Formação Resende através da caracterização textural e composicional dos seus arenitos. A Bacia de Resende localiza-se no extremo oeste do Estado do Rio de Janeiro, está inserida assim como as bacias de Volta Redonda, São Paulo e Taubaté, no segmento central do chamado *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), que corresponde a um complexo de vales tectônicos, serras e bacias tafrogênicas. Estudos petrológicos, particularmente no que se refere aos processos diagenéticos, são pouco conhecidos devido à grande parte dos dados sobre a bacia ser proveniente de afloramentos e poços rasos. Com o objetivo de contribuir para o melhor conhecimento geológico da bacia, foram analisadas 15 lâminas delgadas de arenitos da Formação Resende obtido em testemunho do poço Resende-1-RJ, nas quais foram observadas características texturais, composicionais e diagenéticas. As análises dos eventos indicam o predomínio da fase eodiagenética devido à fraca compactação dos grãos do arcabouço, demonstrada pelos contatos retos, pontuais e flutuantes predominantes e pela fase tardia, caracterizada pelo soterramento inexpressivo que causou a infiltração de águas meteóricas durante todo o tempo de existência da bacia. Além disso, sugere a formação de porosidade secundária através da dissolução de grãos do arcabouço e a modificação dessa porosidade primária por cimentação de óxidos e hidróxidos de ferro e de caulinita resultante de alteração de feldspatos. A infiltração mecânica de argilas é comum, sendo resultado de enchentes fluviais episódicas, idéia coerente com a interpretação de Ramos (2003 e 2006) que considera um ambiente fluvial, dominante na bacia de Resende.

**Palavras chave: Petrografia Sedimentar, Formação Resende, Petrografia**

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Mapa de localização da Bacia Sedimentar de Resende (Albuquerque, 2001) [p.3]

**Figura 2:** Bacia de Resende, próximo à fábrica de caminhões Volksvagem, no município de Resende. Localização do poço com coordenada 22°26'04,48"S / 44°20'23,06"W indicado na seta. (Google Earth). [p.4]

**Figura 3:** Classificação da seleção granulométrica (Compton, 1962 apud Blatt, 1982) [p. 3]

**Figura 4:** Classificação de grau de arredondamento (Powers, 1953 apud Blatt, 1982) [p.5]

**Figura 5:** Estruturação geológica da região sudeste do Brasil, com os principais lineamentos ENE e NE, e destaque para as bacias sedimentares que compõem o RCSB (Sanson, 2006) [p.7]

**Figura 6:** Mapa geológico da bacia de Resende (Bettini, C., 2004) [p.10]

**Figura 7:** Coluna estratigráfica da Bacia de Resende (Ramos et al.,2006) [p.10]

**Figura 8:** Fases de evolução do Rift Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989) [p.16]

**Figura 9:** Quartzo subanguloso, monocristalino (profundidade de 71,90 m., objetiva de 10X, nicol cruzado). [p.23]

**Figura 10:** Os dois tipos de feldspatos observados nas lâminas analisadas (profundidade de 71,90m, objetiva de 10X, nicol cruzado). [p.23]

**Figura 11:** Muscovita estirada e afetada por cristais de quartzo indicando compactação fraca (profundidade de 119,50m, objetiva de 10X, nicol cruzado) [p.23]

**Figura 12:** Idem figura 11. (nicol paralelo). [p.23]

**Figura 13:** K-feldspato (microclina) apresentando sua geminação Tartan, parcialmente alterado (profundidade de 71,90m, objetiva de 10X, nicol cruzado). [p.23]

**Figura 14:** Quartzo com evidente extinção ondulante (profundidade de 107,20 m., nicol cruzado). [p.23]

**Figura 15:** Classificação petrográfica das laminas estudadas no diagrama triangular de Folk (1980). [p.24]

**Figura 16:** Distribuição de quartzo/feldspatos/líticos, em porcentagem, em função da profundidade. [p.25]

**Figura 17:** Distribuição dos arenitos em profundidade em função da matriz e porosidades. [p.26]

**Figura 18:** Cimentação avermelhada por óxido de ferro observado em profundidade de 95,20 m sob objetiva de 10X. Nicol paralelo. [p.32]

**Figura 19:** Idem a figura 18. Nicol cruzado. [p.32]

**Figura 20:** Matriz argilosa preenchendo poro intergranular dando origem a porosidade secundária através da expansão e encolhimento da matriz argilosa por desidratação. Profundidade 125,19m com objetiva de 10X. Nicol paralelo. [p.32]

**Figura 21:** Matriz autigênica (não deposicional), argilosa de cor esverdeada, originada da alteração dos grãos feldspatos contornando os grãos de quartzo, profundidade 34,40m, objetiva de 10X. Nicol paralelo [p.32]

**Figura 22:** Alteração diagenética gerando porosidade secundária (móldica e intragranular) de plagioclásio, observado em profundidade de 125,19m, objetiva de 10X. Nicol cruzado. [p.32]

**Figura 23:** Idem a Figura 22. Nicol paralelo. [p.32]

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Quadro de relação de amostras do poço Resende -1 com suas profundidades e suas litologias caracterizadas na descrição dos testemunhos. [p.5]

**Tabela 2:** Tabela de frequência relativa dos arenitos. [p.18]

**Tabela 3:** Tabela de contagem de pontos. [p.21]

**Tabela 4:** Plotagem no diagrama ternário de Folk. [p.27]

## SUMÁRIO

Resumo.....	v
Lista de figuras.....	vi
Lista de tabelas.....	viii
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Materiais e métodos.....</b>	<b>2</b>
<b>4. Geologia regional.....</b>	<b>7</b>
4.1 Embasamento cristalino.....	11
4.2 Rochas Mesozóicas e Paleógenas.....	11
4.3 Sucessões Paleógenas.....	11
4.4 Depósitos Neogênicos.....	13
4.5 Evolução Tectônica.....	14
<b>5. Resultados.....</b>	<b>16</b>
5.1 Textura.....	16
5.2 Composição mineralógica.....	19
5.3 Classificação dos arenitos.....	24
5.4 Diagênese.....	28
<b>6. Conclusões.....</b>	<b>33</b>
<b>7. Referências bibliográficas.....</b>	<b>35</b>

# 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta a caracterização petrográfica dos arenitos, coletados em testemunho do poço Resende-1-RJ, perfurado pelo Projeto BACINT CTPetro – Petrobras 21010347-00, sob coordenação do professor Abreu do Departamento de Geologia/ IGEO – UFRJ, que visa acrescentar novos dados a um assunto bastante abordado nas últimas décadas, na Bacia de Resende. Esta bacia juntamente com as bacias de São Paulo, Taubaté, Volta Redonda e Curitiba integram o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) (Riccomini, 1989) anteriormente denominado de Sistemas de *Rifts* da Serra do Mar (SRSM) (Almeida, 1976).

Devido à relevância econômica e industrial desta bacia, no contexto geológico da região foi publicada uma variedade de trabalhos na literatura nas últimas décadas, dentre as mais importantes estão servindo, assim, de base para uma melhor compreensão e entendimento da estratigrafia e sedimentação da bacia. Considerando que ainda são poucos os estudos petrográficos na bacia de Resende (Ramos, 1997; Ramos, 2003; Garcindo, 2009) e que tais estudos permitem um enriquecimento sobre o modelo deposicional da bacia e a caracterização de potenciais reservatórios.

A caracterização petrográfica foi feita na contagem de pontos pelo método de Dickinson (1970) em lâmina delgada, caracterizando a composição mineralógica, textura, sedimentação e alteração dos grãos, relacionando estes aspectos diante do ambiente sedimentar que foram depositados.

Diante desse cenário, é evidente a importância da realização de um trabalho que pudesse servir de base descritiva para futuras pesquisas, como também aprimorar o atual entendimento sobre a formação Resende que é a principal unidade litoestratigráfica da bacia.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo caracterizar petrograficamente os arenitos da Formação Resende, bacia de Resende, com o intuito de melhor entender esta unidade no que se refere ao seu potencial como reservatórios hídricos. Secundariamente pretende-se contribuir com o enriquecimento do conhecimento geológico da bacia.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Como material de estudo foram utilizados 15 lâminas petrográficas (Tabela 1) confeccionadas a partir de amostras em testemunho de sondagem do poço Resende-1. O poço localiza-se no norte da Bacia de Resende (Figuras 1 e 2) cujas coordenadas são 22°26'04,48"S / 44°20'23,06"W, abrangendo a Formação Resende. O método de perfuração do poço foi contínuo, apresentando 55 mm de diâmetro por 145,50 m de profundidade, sendo 92,20 m recuperados (equivalente a aproximadamente 64% do poço). Os estudos foram divididos em duas etapas principais:

A etapa inicial envolveu uma revisão bibliográfica a fim de estabelecer uma base de conhecimentos geológicos sobre a Bacia de Resende. A segunda etapa consistiu na descrição qualitativa e quantitativa das lâminas,

através da contagem de 200 pontos, com o objetivo de caracterizar aspectos mineralógicos, diagenéticos e texturais, segundo Folk (1980), relacionando-os com a profundidade a qual as lâminas foram obtidas. Com o intuito de prover dados mais concisos, foram analisados a composição, granulometria, maturidade, seleção, arredondamento e porosidade de todas as lâminas.

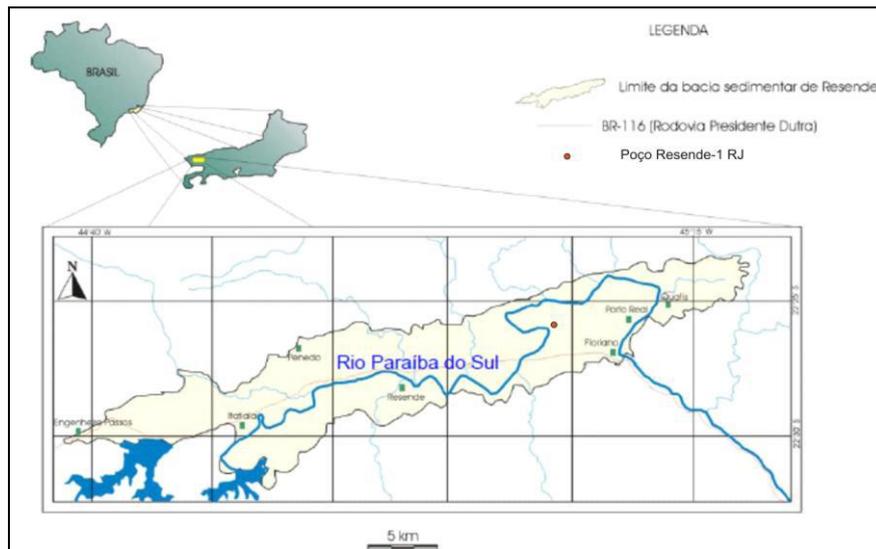


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Sedimentar de Resende (Albuquerque, 2001)



Figura 2: Bacia de Resende, próximo à fábrica de caminhões Volkswagem, no município de Resende. Localização do poço com coordenada 22°26'04,48"S / 44°20'23,06"W indicado na seta.

(Google Earth).

Os minerais identificados foram mensurados e logo em seguida criou-se um banco de dados. Desta forma, foi possível gerar histogramas e gráficos que auxiliem em um melhor entendimento da sedimentação, bem como diagramas Q/F/L (Quartzo/Feldspato/Lítico) (Folk, 1980), pelo *software* Triplot (Todd Thompson e Steve J. Baedke, 2001-2004), capazes de classificar com maior precisão o arenito em estudo.

Os demais aspectos texturais foram definidos a partir de comparações com as tabelas de Compton (1962, *apud* Blatt, 1982) para seleção (Figura 3) e de Powers (1953, *apud* Blatt, 1982) para arredondamento e esfericidade (Figura 4).

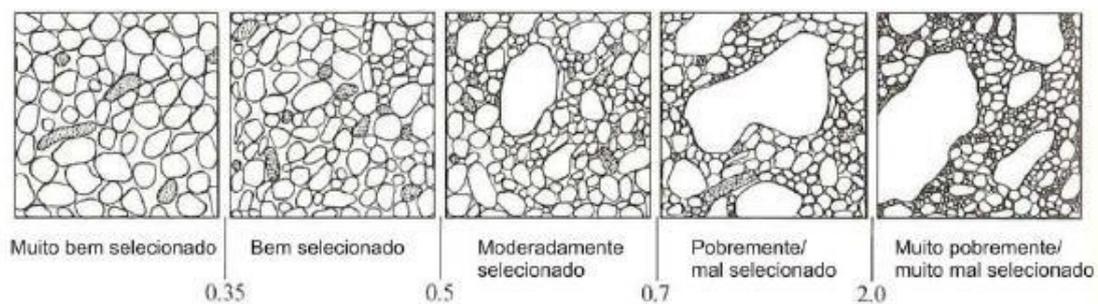


Figura 3: Classificação da seleção granulométrica (Compton, 1962 *apud* Blatt, 1982)

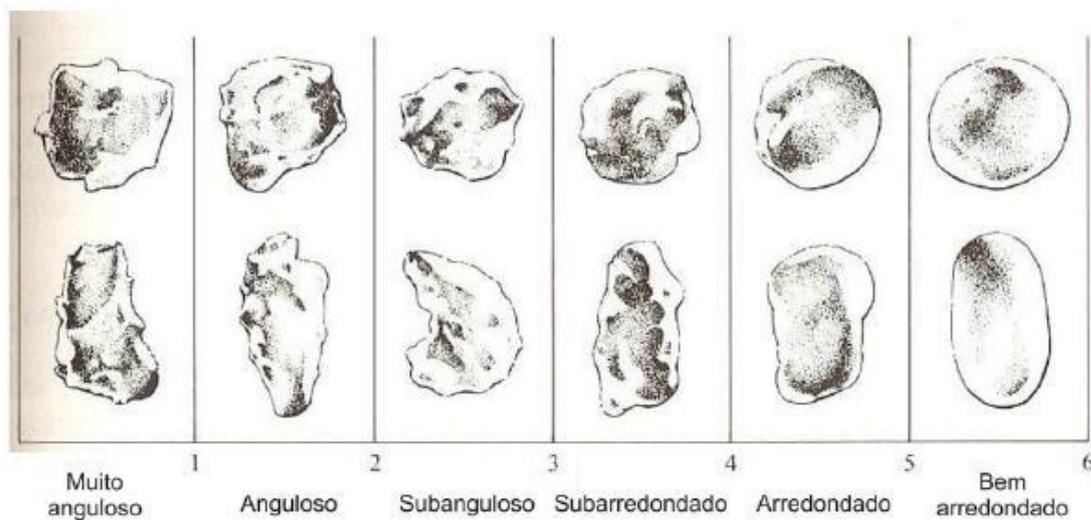


Figura 4: Classificação de grau de arredondamento (Powers, 1953 *apud* Blatt, 1982)

A porosidade foi caracterizada com base nas classificações de Schmidt & McDonald, 1976, como primária (sindeposicional) ou secundária (pós-deposicional), e com base na sua morfologia pode-se apresentar como intergranular, intragranular, de fratura e de encolhimento da matriz.

Tabela 1: Relação de amostras do poço Resende -1 com suas profundidades e suas litologias caracterizadas na descrição dos testemunhos.

Numero da Lâmina	Profundidade (m)	Litologia
1	18,55	Arenito muito fino
2	25,15	Arenito fino
3	25,85	Arenito fino
4	34,40	Arenito muito fino
5	64,45	Arenito fino inferior
6	67,75	Arenito muito fino
7	68,80	Arenito fino
8	71,90	Arenito muito fino
9	74,75	Arenito médio
10	86,85	Arenito muito fino
11	95,20	Arenito fino
12	107,20	Arenito fino
13	119,50	Arenito fino
14	125,19	Arenito fino
15	138,20	Arenito médio

Para a realização da análise petrográfica quantitativa foi utilizado o microscópio Zeiss Axioshop 40 binocular com a metodologia de leitura de malha (vinte pontos em linha *versus* dez pontos em colunas) e associado ao microscópio a câmera fotográfica Sony DSC-S85 para a obtenção das fotomicrografias.

Com a finalização da contagem dos minerais que constituem o arcabouço, a quantidade de quartzo, feldspatos e líticos foi recalculada e representada

no diagrama Q F L. Posteriormente, os dados foram processados pelo *software* Triplot (criado por Todd A. Tompson e Steve J. Baedkle).

A Bacia de Resende se insere no médio vale do rio Paraíba do Sul e está localizada no extremo oeste do Estado do Rio de Janeiro (Figura 5), compreendendo áreas pertencentes aos municípios de Itatiaia, Resende, Barra Mansa (distrito de Floriano), Porto Real e Quatis.

Localiza-se entre dois parques nacionais, o de Itatiaia e o da Bocaina, em um vale cercado pelas Serras do Mar e da Mantiqueira; e entre o eixo rodoviário que interliga os dois maiores centros urbanos e industriais do país (Rio de Janeiro e São Paulo). A Rodovia Presidente Dutra (BR - 116) é a principal via de acesso à área, atravessando toda a bacia na direção E-W, ao longo do seu eixo.

#### **4. GEOLOGIA REGIONAL**

A Bacia de Resende, juntamente com as bacias de Volta Redonda, São Paulo e Taubaté, está inserida no segmento central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB). Caracteriza-se por um complexo de vales tectônicos, serras e bacias tafrogênicas com orientação ENE-WSW e idade Eoceno-Oligoceno, que se estende de Curitiba ao litoral norte do Rio de Janeiro (Riccomini, 1989), conforme ilustrado na figura abaixo.

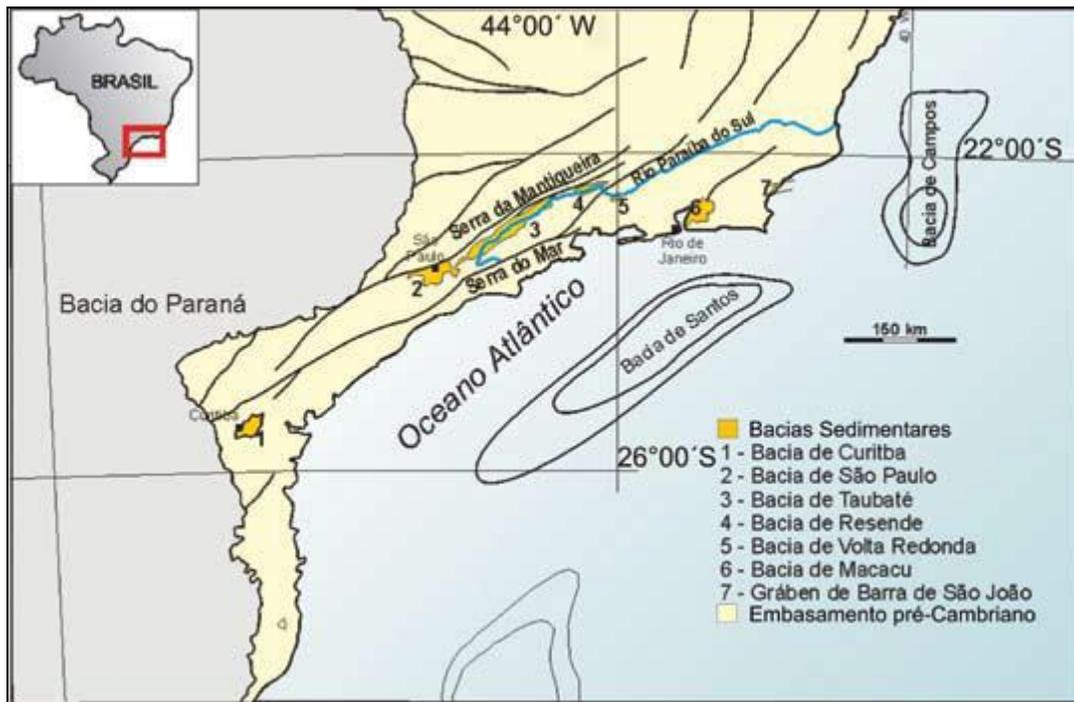


Figura 5: Estruturação geológica da região sudeste do Brasil, com os principais lineamentos ENE e NE, e destaque para as bacias sedimentares que compõem o RCSB (Sanson, 2006).

A origem e a evolução da Bacia Sedimentar de Resende estão relacionadas à abertura do “Rift Continental do Sudeste do Brasil” (Riccomini, 1989) que se deu a partir da reativação de falhas transcorrentes de idades neoproterozóicas, estando implantada sobre a Faixa Móvel Ribeira. Com cerca de 50 km de comprimento e estendida no sentido ENE-WSW, a Bacia de Resende apresenta largura variando entre 0,5 a 8,0 km e 220 km<sup>2</sup> de área total e espessura máxima do pacote sedimentar estimada de 550 m (Escobar, 1999).

Amador (1975) subdividiu o registro estratigráfico da bacia de Resende em duas unidades: na base, a Formação Resende e seu membro rudáceo, atribuindo idade do Mioceno-Plioceno; no topo, a Formação Floriano e seu membro rudáceo, atribuindo idade quaternária.

Posteriormente, Melo et al. (1985) reconheceram apenas uma unidade litoestratigráfica para a bacia, mantendo a denominação de Formação Resende, constituída por duas porções: uma rudácea, associada a um sistema de leques aluviais; e uma predominantemente arenítica, que corresponderia a um sistema de rios entrelaçados. Estes autores propuseram o abandono da Formação Floriano, considerando-a produto de alteração intempérica da Formação Resende.

Riccomini (1989) manteve a designação de Formação Resende para os depósitos rudáceos e areníticos que compõem o preenchimento principal da bacia de Resende, indicando idade do Eoceno-Oligoceno. Além disso, reconheceu a Formação São Paulo (Oligoceno) como unidade que recobre os sedimentos da Formação Resende, associada a um sistema fluvial meandrante.

Lima & Melo (1994) restringiram a denominação Formação Resende (Eoceno-Oligoceno) para os depósitos de planície aluvial de rios entrelaçados e definiram a Formação Itatiaia para a porção rudácea, proveniente de leques aluviais, em contato lateral com a parte superior da Formação Resende.

Ramos (1997) apresentou uma revisão estratigráfica da bacia de Resende, com base em estudos da sua porção oriental. Este autor propôs as seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Quatis (sucessão fluvial, admitida como de idade paleocênica, composta por conglomerados e arenitos em inconformidade sobre o embasamento); Formação Resende, dividida em fácies marginal (associada a um sistema de leques aluviais) e axial (proveniente de um sistema fluvial entrelaçado); e Formação Itatiaia (sucessão de fácies proximais de leque aluvial, composta por brechas clasto-

suportadas com frequentes blocos de sienito oriundos do maciço do Morro Redondo, que recobre a Formação Resende).

Ramos (2003) e Ramos et al. (2005, 2006) caracterizaram seis diferentes associações de fácies sedimentares no registro estratigráfico da bacia de Resende, mapeadas na escala 1:25.000 (Figura 6). A partir disso, estes autores apresentaram uma nova revisão estratigráfica, em que é proposto o rebaixamento hierárquico da Formação Itatiaia para Membro Itatiaia da Formação Resende e o resgate da denominação Formação Floriano para a unidade superior.

A geologia regional da área em estudo, apresentada no mapa geológico da Figura 6, pode ser sintetizada em uma sequência que envolve o embasamento cristalino, rochas mesozóicas, sucessões paleógenas e depósitos neogênicos, cuja composição, litologias e feições estruturais serão detalhados a seguir, adotando a revisão estratigráfica das sucessões paleógenas da Bacia de Resende proposta por Ramos *et al.* (2006) (Figura 7), representando os estudos mais recentes deste caráter na região.

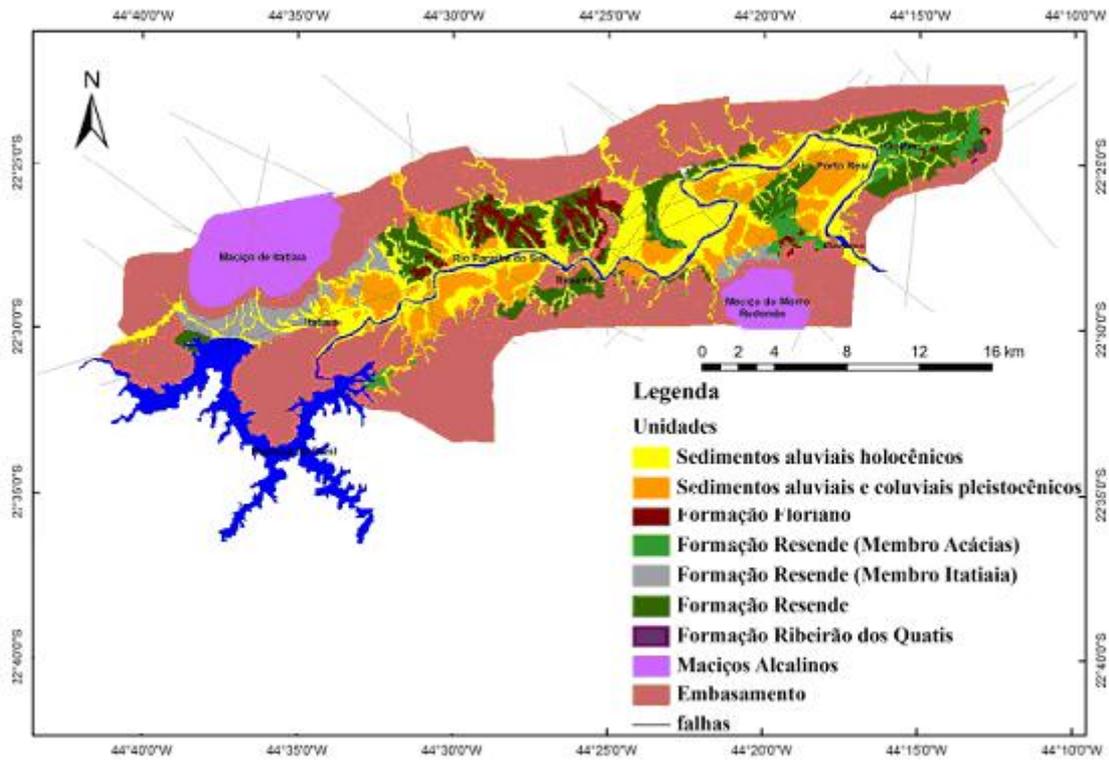


Figura 6: Mapa geológico da bacia de Resende (Bettini, C *et al.*, 2004)

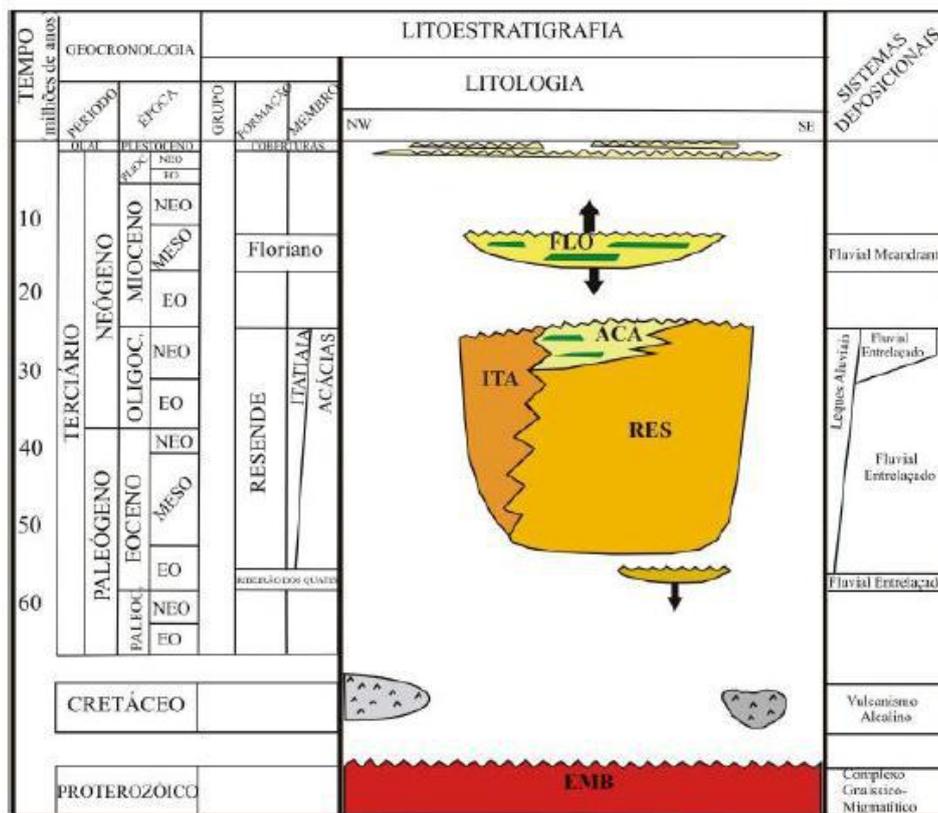


Figura 7: Coluna estratigráfica da Bacia de Resende (Ramos *et al.*, 2006)

#### **4.1. Embasamento cristalino**

Geologicamente, a área onde se insere a Bacia de Resende é dominada por um embasamento cristalino correspondente ao Cinturão Móvel Ribeira, segundo Machado Filho *et al.* (1983), constituído por rochas gnáissico-migmatíticas de médio a alto grau metamórfico, de idade arqueana a proterozóica, pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul.

#### **4.2. Rochas mesozóicas e paleógenas**

Associados à evolução das bacias de Resende e Volta Redonda são encontrados corpos de rochas magmáticas de idade mesozóica até paleógena que abrangem, segundo Melo *et al.* (1983, *apud* Ramos, 1997), intrusões de diabásio na forma de soleiras e diques no embasamento da bacia. Cortando o embasamento da Bacia de Resende, encontram-se intrusões de rochas alcalinas de idade neocretácea e paleógenas, que correspondem aos maciços de Itatiaia, Morro Redondo e Passa Quatro.

#### **4.3. Sucessões paleógenas**

##### **4.3.1. Formação Ribeirão dos Quatis**

Representam a unidade cenozóica mais antiga da região da Bacia de Resende. A área de ocorrência desta unidade na bacia é restrita e sua espessura foi estimada em 25 a 30 m na área de sua seção-tipo. Constitui o registro de um pretérito sistema fluvial de tipo entrelaçado implantado sobre embasamento arrasado, anterior ou contemporâneo às primeiras manifestações da reativação do sistema de falhas ENE-WSW que originou o hemigráben no início do Eoceno. Os conglomerados basais desta unidade

estão em inconformidade sobre o embasamento proterozóico e seu contato superior com a Formação Resende não é visualizado em campo.

#### 4.3.2. Formação Resende

Corresponde à maior parte dos depósitos paleogênicos da bacia. Ramos (2003) e Ramos et al. (2005, 2006) definiram dois membros para individualizar porções específicas da Formação Resende:

##### I – Membro Itatiaia

Denomina-se Membro Itatiaia para os depósitos de leques aluviais adjacentes aos maciços do Itatiaia e do Morro Redondo e suas partes distais, onde há o predomínio de sedimentos depositados por fluxos trativos. Estes são distinguíveis dos depósitos da Formação Resende *stricto sensu* pela rica composição em detritos provenientes do intemperismo dos maciços alcalinos, atribuindo a estes sedimentos cores cinzentas ou esbranquiçadas.

Os depósitos desse membro encontram-se em posição estratigráfica lateral e em contato gradacional ou interdigitado com os depósitos típicos da Formação Resende.

##### II – Membro Acácias

Depósitos de características eminentemente fluviais, que ocorrem, sobretudo, a leste do alto estrutural de Resende. Acredita-se que este sistema fluvial tenha se destacado quando a depressão tectônica adquiriu largura suficiente para conter uma planície fluvial que estivesse relativamente distante das bordas da bacia, de modo a não receber os fluxos gravitacionais,

ou que a paleodrenagem tivesse a capacidade de retrabalhar inteiramente estes depósitos. Estima-se para esta associação uma espessura da ordem de 30 a 40 m.

#### 4.3.3. Formação Floriano

Sucessão de camadas areníticas e pelíticas, interpretada como o registro de um sistema fluvial meandrante que colmatou a bacia. Esta sucessão, cuja espessura não excede os 20 m, ocorre tanto sobre os depósitos da Formação Resende, incluindo seu Membro Acácias, como sobre o embasamento proterozóico no alto estrutural de Resende e na borda sul bacia.

#### 4.4. Depósitos neogênicos

Os sedimentos neogênicos são distribuídos por toda a Bacia de Resende, onde são encontrados depósitos: de fanglomerados dispostos tanto sobre o embasamento, como sobre as sucessões paleógenas, associados às reativações de falhas; depósitos sedimentares arenosos e argilosos, inconsolidados, relacionados à implantação de um sistema de leques aluviais (Mello *et al.*, 1991 e Mello, 1992), próximos à borda leste da bacia; depósitos sedimentares de origem fluvial, formados por camadas arenosas decimétricas e siltes micáceos fracamente laminados com intercalações de argilas e areias finas; depósitos conglomeráticos pertencentes a antigos leitos do rio Paraíba do Sul; e níveis de terraços acoplados às planícies do Rio Paraíba do Sul, identificados por Melo *et al.* (1983), com topos de até 25 m acima do atual canal do rio.

#### 4.5. Evolução tectônica

Alguns modelos foram propostos para explicar os processos que compõem a formação das bacias que formam o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB). Autores como Macedo *et al.* (1991) e Padilha *et al.* (1991), defendem o modelo definido inicialmente por Zalán (1986), que classifica as bacias como de origem transcorrente, resultante da reativação com movimentação sinistral de falhas do embasamento. Já a maioria dos autores, dentre eles Asmus & Ferrari (1978), Riccomini (1989), Salvador (1994), Salvador & Riccomini (1995), Ferrari (2001), Riccomini *et al.* (2004) e Zalán & Oliveira (2005), seguem o modelo proposto primeiramente por Almeida (1976), de reativações de caráter distensivo de zonas de cisalhamento preexistentes.

Riccomini (1995) e Ferrari (2001) identificaram ainda um regime transcorrente sinistral, com compressão NE-SW e distensão NW-SE afetando corpos neocretáceos. Este evento foi considerado, portanto, de idade neocretácea a paleocênica e anterior à fase de instalação das bacias, ocorrida no paleógeno segundo Riccomini (1989).

Riccomini (1989) constatou além do evento distensivo formador, três eventos deformadores das bacias do segmento central do RCSB (Figura 8).

A primeira fase de deformação da bacia, segundo este autor, deve ter ocorrido, provavelmente, durante o Mioceno e resultante de uma transcorrência sinistral de direção E-W, com distensão NW-SE e, localmente,

compressão NE-SW. A segunda fase de deformação teria se iniciado no Pleistoceno final, estendendo-se até o Holoceno, como resultado de uma transcorrência dextral de direção E-W, com compressão NW-SE. E a última fase deformadora identificada por Riccomini (1989), de idade holocênica, teria sido gerada por esforços distensivos de direção WNW-ESE.

Salvador & Riccomini (1995) identificaram uma quarta e última fase tectônica na área, de regime compressivo E-W.

A bacia em estudo apresenta uma segmentação transversal interna – Alto Estrutural de Resende, que a compartimenta em dois depocentros principais (Penedo, a oeste; e Porto Real, a leste – Ramos, 2003). Ademais, Albuquerque (2004) identificou três fases tectônicas deformadoras nesta bacia, relacionáveis aos eventos reconhecidos por Riccomini (1989) para o segmento central do RCSB: transcorrência sinistral E-W, afetando os depósitos da Formação Resende; transcorrência dextral E-W, afetando os depósitos das formações Resende e Floriano, e depósitos pleistocênicos; e distensão NW-SE, afetando os depósitos paleogênicos, neogênicos, pleistocênicos e holocênicos da bacia de Resende.

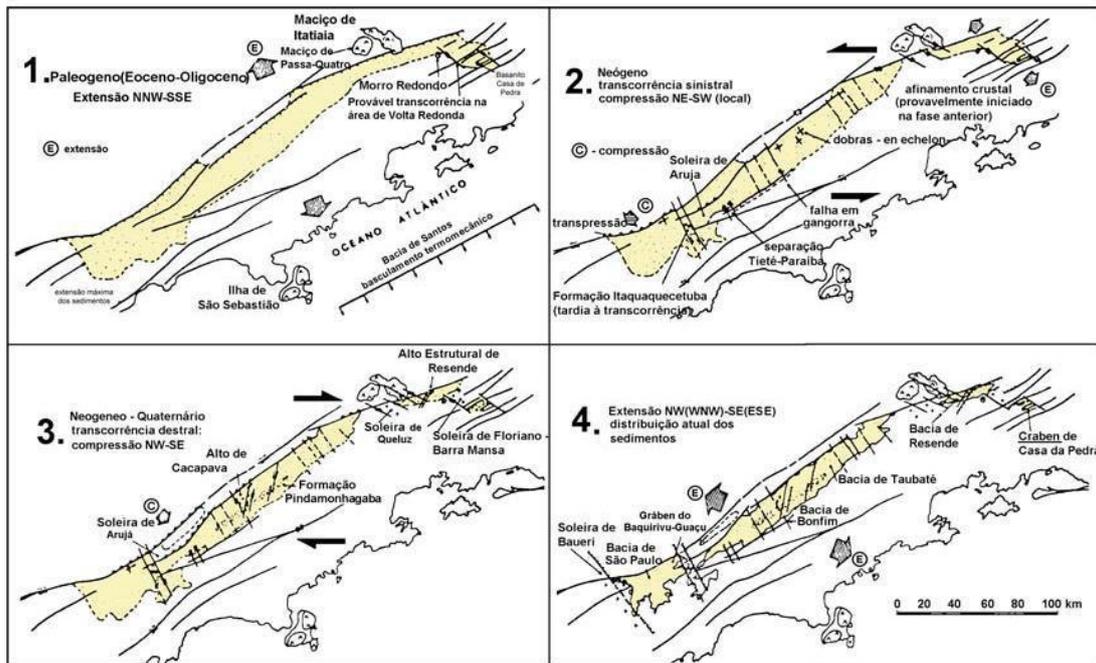


Figura 8: Fases de evolução do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989)

## 5. RESULTADOS

A análise petrográfica dos arenitos permitiu um melhor detalhamento das características mineralógicas, texturais e diagenéticas dos arenitos. Como resultado do trabalho, foi possível obter uma análise sob o aspecto da textura, composição mineralógica, classificação dos arenitos e sua diagênese.

### 5.1. Textura

De acordo com a classificação granulométrica (Wentworth 1922) (Tabela 2), os arenitos apresentaram **granulometria** variando de muito fino inferior a grosso superior, sendo em 8 amostras classificados como arenito grosso superior, em 4 amostras classificadas como arenito grosso inferior, em 2 amostras classificadas como arenito médio superior e em 1 amostra

classificado como arenito fino superior (Tabela 2). Em relação a **seleção**, as amostras variam de bem a pobremente selecionada, sendo esta última o padrão dominante. Quanto ao grau de **arredondamento** os grãos de quartzo e feldspatos são classificados em sua maioria como subangulosos podendo variar a subarredondados (Powers, 1953 apud Blatt, 1982).

A porcentagem de **matriz** nos arenitos varia de 0% a 43,0% e sua média é de 22,5%, o que possibilita classificar os arenitos, em sua maioria, como submaturados ou imaturos, enquanto sua **porosidade** varia de 0 a 21% e com média de 11,7%. (Tabela 3).

Tabela 2: Tabela de frequência relativa dos arenitos.

Frequência relativa das classes granulométricas (%)									
Profundidade (m)	AMFI	AMFS	AFI	AFS	AMI	AMS	AGI	AGS	Total
18,55	16	46	30	8					100
25,15	3	21	28	22	18	7	0	1	100
25,85	6	18	23	31	12,5	7	2,5		100
34,40	3	10	18	34	20	12,5	2,5		100
64,45	3	10	18	34	20	12,5	2,5		100
67,75	12,5	32	25	15,5	10,5	3,5	1		100
68,80	9	29	10	22	16	12	1	1	100
71,90	2	9,5	7,5	15	18	21	19,5	7,5	100
74,75	1	8	6	18	17	17	11	22	100
86,85	7	30	12,5	21,5	15	9	3	2	100
95,20	10	21	23,5	26	9,5	10			100
107,20	3	10,5	13	10	10	18,5	15	20	100
119,50	5	18	22,5	29,5	17,5	7,5			100
125,19	1	7	8	25	24	24	5	6	100
138,20	3,5	5	8	25	33	18,5	3,5	3,5	100

## 5.2. Composição mineralógica

Os grãos de **quartzo**, é o mineral predominante, apresentam-se de três formas: quartzo monocristalino com extinção reta (Qm), quartzo monocristalino com extinção ondulante (Qmo) (Figura 14), e quartzo policristalino (Qmp). Sendo que dentre estes há uma predominância de quartzo monocristalino com extinção reta em relação aos demais, uma vez que os demais aparecem em quantidade muito baixa ou simplesmente não aparecem em diversas lâminas analisadas. A abundância de quartzo monocristalino pode variar de 42,5% (em profundidade de 34,40m) a 51,5% (em profundidade de 18,55m) (Tabela 3). O tamanho dos grãos de quartzo varia desde areia muito fina inferior à areia muito grossa superior.

Os grãos de microclina diversos graus de alteração notória (Figura 13 Estampa A). Esse mineral é o **feldspato** mais abundante nas amostras analisadas, podendo apresentar porcentagem que varia de 3,0% (na profundidade) de 18,55m até 14,0% na (profundidade de 74,75m) (Tabela 3).

Os grãos de plagioclásio são evidenciados por sua exclusiva geminação polissintética (Figura 10 Estampa A), e apresentam grande variação granulométrica de areia muito fina superior a areia grossa inferior. Em algumas amostras, este mineral não foi encontrado, mas sua porcentagem pode alcançar valores de até 3% em profundidades como 71,90m e 74,75m.

As **micas** mais comuns são a biotita e a muscovita (Figura 11 e 12 Estampa A), onde vale a pena ressaltar a grande quantidade relativa de biotita encontrada na amostra de 25,15m de profundidade, onde as mesmas

apresentam algumas vezes um sentido preferencial e provavelmente relacionado tanto com a área fonte, quanto pela compactação das mesmas pelos cristais em maior quantidade. São encontradas alterando para caulinita em algumas lâminas (Figura 10 Estampa A). Nas demais profundidades as micas têm uma variação de 0%-3,5% e suas características de estiramento são comuns em todas os arenitos analisados. Os **minerais acessórios** são titanita, minerais opacos e zircão.

Tabela 3: Tabela de contagem de pontos.

Poço:Resende-1								
Profundidade (m)	Composição Mineralógica do Arcabouço (%)						Porosidade	TOTAL
	Quartzo	K-feldspato (microclina)	Plagioclásio	Muscovita	Biotita	Matriz		
18,55	51,5	3,0	0,0	3,0	2,5	37,5	2,5	100
25,15	46,5	4,5	2,0	2,5	10,5	15,5	18,5	100
25,85	53,5	8,0	1,0	1,0	1,5	28,0	7,0	100
34,40	42,5	13,0	1,0	1,0	3,5	18,0	21,0	100
64,45	52,5	13,5	0,0	0,5	2,5	22,5	8,5	100
67,75	47,5	10,0	0,0	4,0	3,5	35,0	0,0	100
68,80	43,5	7,5	1,5	2,5	0,0	43,0	2,0	100
71,90	53,0	13,0	3,0	1,5	2,5	0,0	27,0	100
74,75	46,5	14,0	3,0	1,0	3,5	7,0	25,0	100
86,85	50,5	6,5	1,5	2,0	3,5	34,5	1,5	100
95,20	51,5	13,0	1,5	1,5	2,0	21,0	9,5	100
107,20	65,5	12,0	1,0	0,0	0,0	6,0	15,5	100
119,50	65,0	10,0	0,0	1,0	2,0	4,5	17,5	100
125,19	42,0	11,0	1,0	2,0	2,0	31,0	11,0	100
138,20	41,0	12,5	2,0	1,0	0,5	33,5	9,5	100

## **Estampa A**

**Figura 9:** Quartzo subanguloso, monocristalino (profundidade de 71,90 m., objetiva de 10X, nicol cruzado).

**Figura 10:** Os dois tipos de feldspatos observados nas lâminas analisadas (profundidade de 71,90m, objetiva de 10X, nicol cruzado).

**Figura 11:** Muscovita estirada e afetada por cristais de quartzo indicando compactação fraca (profundidade de 119,50m, objetiva de 10X, nicol cruzado)

**Figura 12:** Idem figura 11. (nicol paralelo).

**Figura 13:** K-feldspato (microclina) apresentando sua geminação Tartan, parcialmente alterado (profundidade de 71,90m, objetiva de 10X, nicol cruzado).

**Figura 14:** Quartzo com evidente extinção ondulante (profundidade de 107,20 m., nicol cruzado).

Estampa A

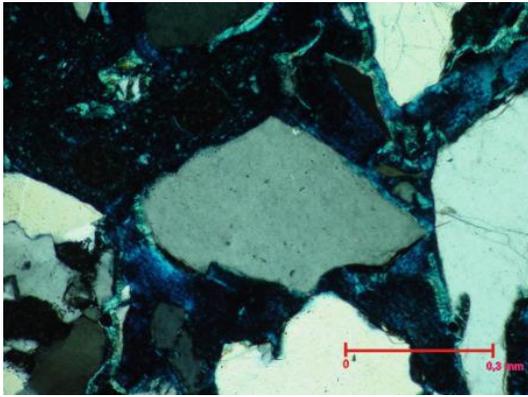


Figura 9

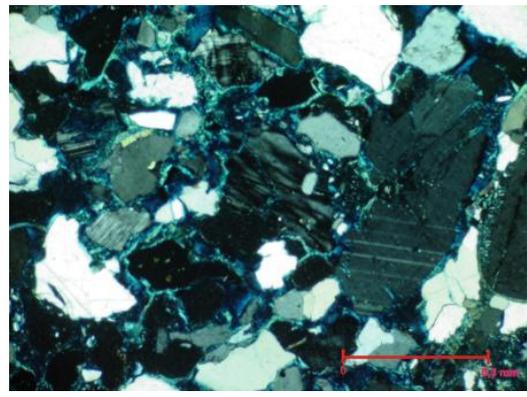


Figura 10



Figura 11

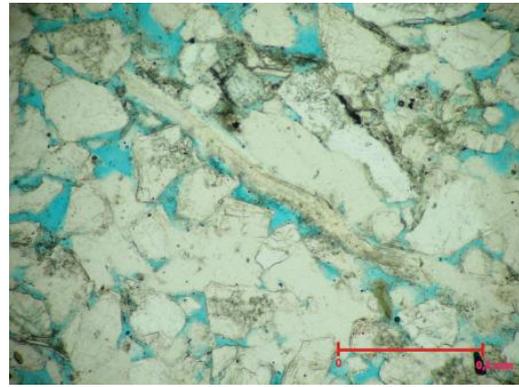


Figura 12

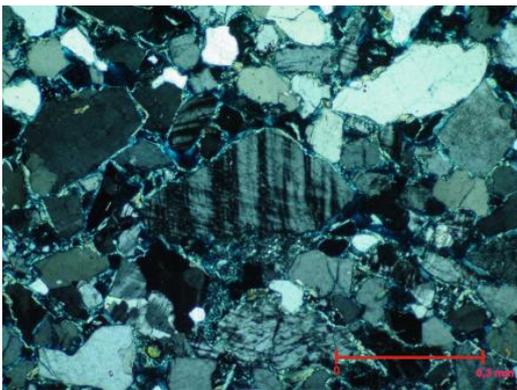


Figura 13

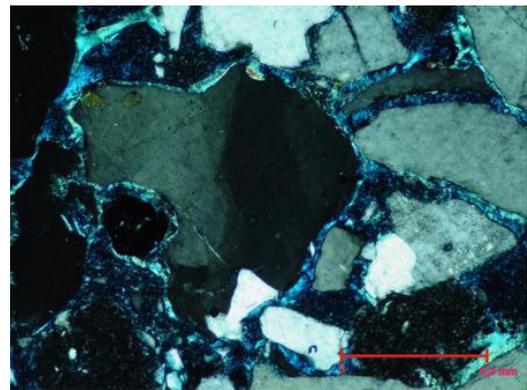


Figura 14

### 5.3. Classificação dos arenitos

A fim de expressar a composição mineralógica, foram usados os valores que foram obtidos pelo método de contagem de pontos e, em seguida, recalculados para porcentagens de quartzo, feldspato total e lítico (Tabela 4). Posteriormente, os dados foram inseridos no diagrama triangular de classificação de rochas sedimentares (Folk, 1980) (Figura 15).

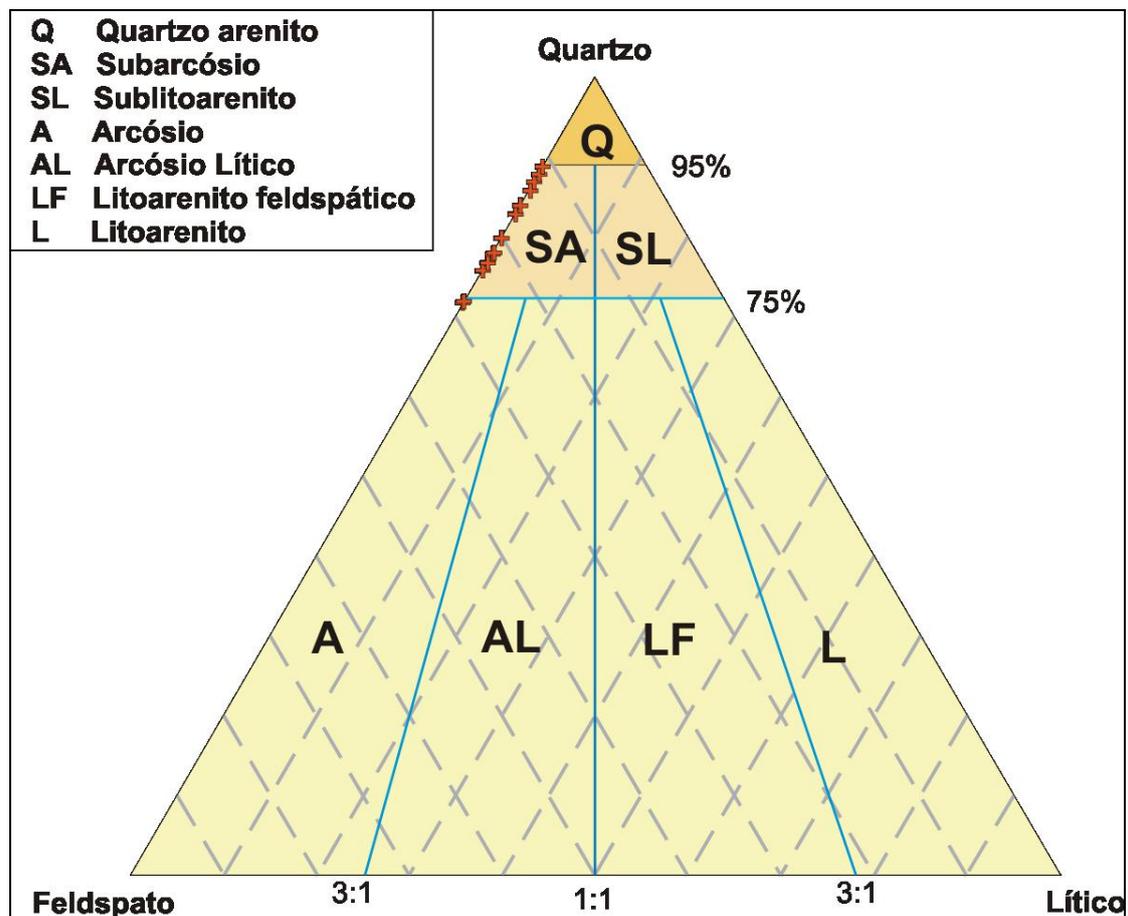


Figura 15: Classificação petrográfica dos arenitos estudados no diagrama triangular de Folk (1980). Os arenitos são classificados em sua maioria como subarcósio sendo que dois deles classificaram-se como arcósio.

De acordo com o resultado apontado no diagrama, as amostras são, predominantemente, classificadas como arenito subarcósio, pois a quantidade de feldspato encontra-se entre 5-25%, e não apresentaram

fragmentos lítico em nenhum dos arenitos. As amostras de profundidade de 74,75m e 138,20m foram classificadas como arcossianas por apresentar em valores acima de 25% de feldspatos totais (Figura 16).

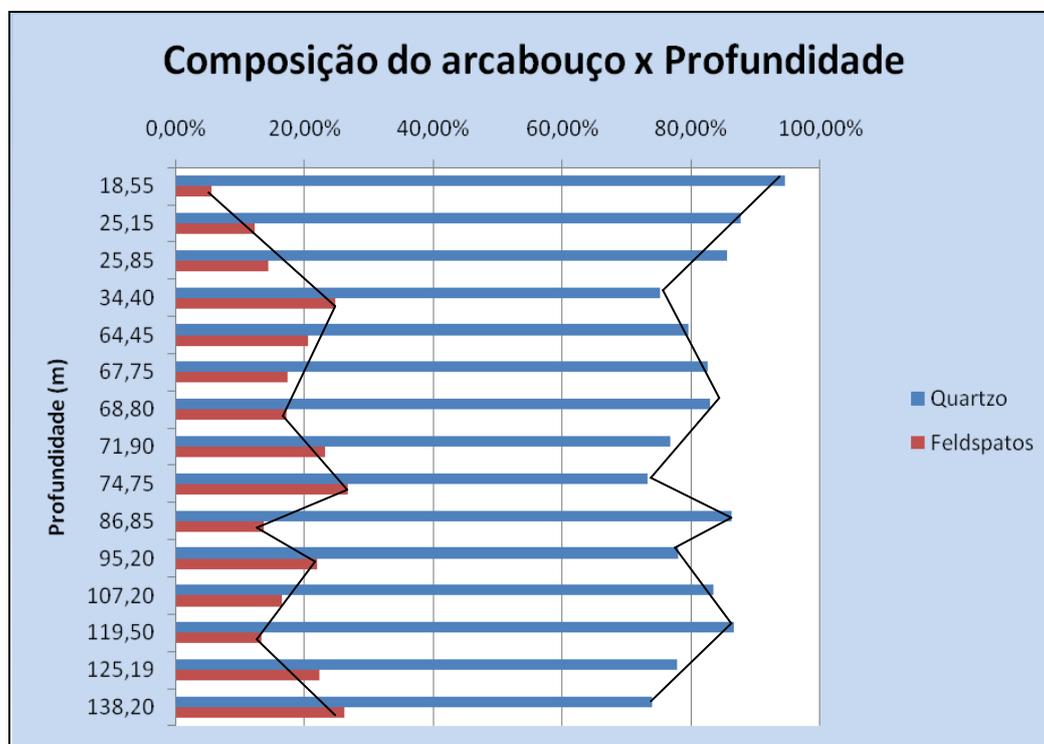


Figura 16: Distribuição de quartzo/feldspatos, em porcentagem, em função da profundidade. Destaque ao padrão de aumento de quartzo é concomitante a diminuição de feldspatos e vice-versa indicativo de ciclos deposicionais.

Como pode ser notado existe um padrão de aumento e diminuição entre quartzo e feldspatos o que caracteriza padrão de deposição característicos de ciclos de deposição.

O teor de **matriz** e **porosidade** demonstra uma maior quantidade de matriz em nove dentre os quinze arenitos, enquanto nas demais a porcentagem de porosidade supera a de matriz. Também foi constatado que a relação entre matriz e porosidade se dá de forma inversamente proporcional como observado na figura 17.

A porosidade foi caracterizada com base nas classificações de Schmidt & McDonald (1976), como primária (sindeposicional) e secundária (pós-deposicional) e com base na sua morfologia, podendo ser intergranular, intragranular, móldica, de fratura e de encolhimento da matriz.

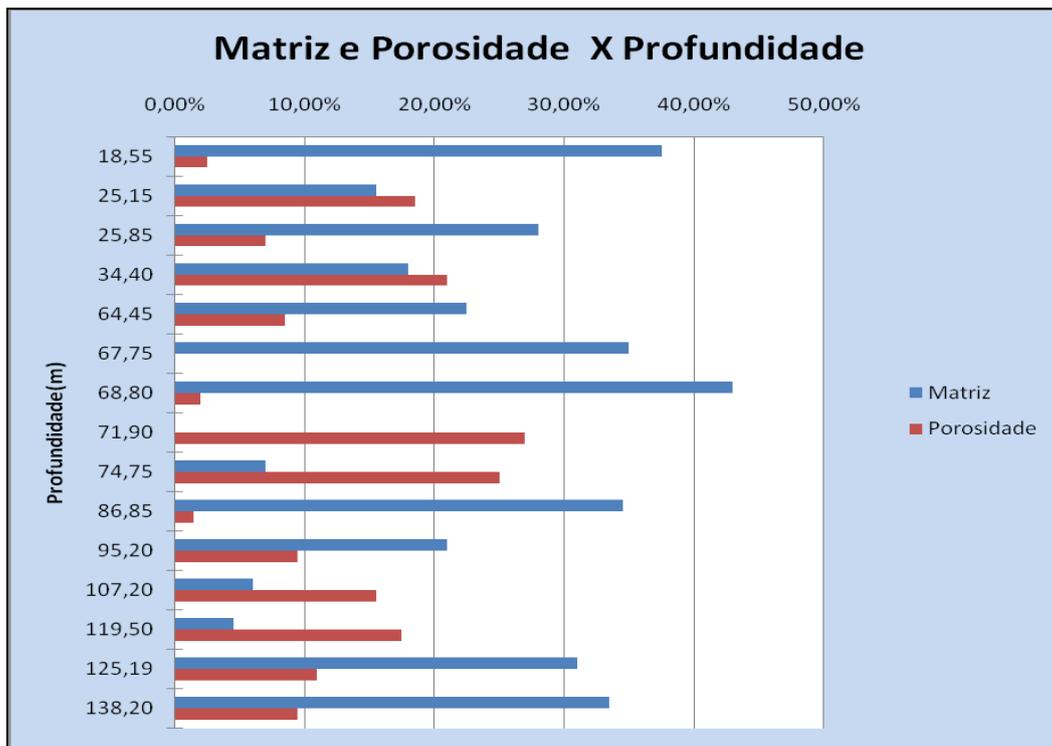


Figura17: Distribuição dos arenitos em profundidade em função da matriz argilosa porosidades. Observa-se o contraste entre as porcentagens de matriz e porosidade e sua relação inversamente proporcional em algumas profundidades.

Tabela 4: Plotagem no diagrama ternário de Folk.

Cálculo do Diagrama Q-F-L						Q-F-L		
	Quartzo	K-Feldspato	Plagioclásio	Total de Feldspatos	Qtzo+ Total de Feldspatos	Quartzo	Feldspatos	Total
18,55	51,5	3,0	0,0	3	54,5	94,5	5,5	100,0
25,15	46,5	4,5	2,0	6,5	53	87,7	12,3	100,0
25,85	53,5	8,0	1,0	9	62,5	85,6	14,4	100,0
34,40	42,5	13,0	1,0	14	56,5	75,2	24,8	100,0
64,45	52,5	13,5	0,0	13,5	66	79,5	20,5	100,0
67,75	47,5	10,0	0,0	10	57,5	82,6	17,4	100,0
68,80	43,5	7,5	1,5	9	52,5	82,9	17,1	100,0
71,90	53,0	13,0	3,0	16	69	76,8	23,2	100,0
74,75	46,5	14,0	3,0	17	63,5	73,2	26,8	100,0
86,85	50,5	6,5	1,5	8	58,5	86,3	13,7	100,0
95,20	51,5	13,0	1,5	14,5	66	78,0	22,0	100,0
107,20	65,5	12,0	1,0	13	78,5	83,4	16,6	100,0
119,50	65,0	10,0	0,0	10	75	86,7	13,3	100,0
125,19	42,0	11,0	1,0	12	54	77,8	22,2	100,0
138,20	41,0	12,5	2,0	14,5	55,5	73,9	26,1	100,0

	Arcóseo
	Subarcóseo

#### **5.4. Diagênese**

As alterações diagenéticas são classificadas com base em limites de temperatura e soterramento (sensu Morad et al., 2000), conforme segue:

A eodiagênese é a predominante fase observada nas amostras de testemunho coletadas e a mesma refere-se às alterações que ocorrem a profundidades de soterramento inferiores a 2 km e temperaturas inferiores a 70°C, onde a química das águas intersticiais é controlada pelas águas do ambiente deposicional e/ou circulação das águas superficiais, cujas características deposicionais (textura, estruturas, geometria dos sedimentos) influem no fluxo de fluidos. É também a fase principal de expulsão da água e perda de porosidade por compactação.

As alterações eodiagenéticas têm forte controle por parte de fatores relacionados ao ambiente deposicional, tais como a textura, composição detrítica, conteúdo de matéria orgânica, composição de fluidos intersticiais deposicionais, clima e características hidrológicas da bacia (Morad, 1998). Essas alterações promovem a interação entre sedimentos e fluidos superficiais. A intensidade da eodiagênese é função da taxa de sedimentação: quando alta, os sedimentos são rapidamente soterrados e isolados dos efeitos superficiais; quando baixa, ocorre prolongada exposição às influências superficiais (De Ros, 1996).

Podem-se evidenciar as seguintes características acerca das amostras estudadas: infiltração mecânica de argila, baixa compactação mecânica,

dissolução de minerais feldspáticos detríticos com formação de argilominerais, alteração da matriz argilosa por óxidos e hidróxidos de ferro.

Baixa compactação mecânica é reconhecida através dos contatos entre os grãos que são pontuais, tangenciais e flutuantes além da deformação das micas por cristais de quartzo e feldspatos.

A formação de cimento de óxidos e hidróxidos de ferro deve-se, provavelmente, à dissolução de minerais pesados e ao aumento na concentração de íons de ferro e magnésio em solução. Os arenitos analisados apresentam cimentação por óxido de ferro, responsável pela coloração por vezes avermelhada da matriz (Figuras 18 e 19 Estampa B).

As rochas, em geral, apresentam um moderado grau de alteração, evidenciado pela dissolução das bordas dos grãos de feldspatos, gerando porosidade secundária e matriz argilosa (figuras 20 e 21 da Estampa B). O arenito de profundidade 74,75m apresenta menor grau de alteração, enquanto o arenito coletado a 68,80m do testemunho é o mais alterado (baixo teor de feldspatos, provavelmente já dissolvidos; e alto teor de argila).

Os arenitos que apresentam um elevado grau de alteração ocorrem em menor quantidade, são evidenciados pela dissolução dos grãos de feldspatos, gerando porosidade secundária intergranular (figuras 22 e 23 da Estampa B). O arenito na profundidade 18,55m apresenta baixa quantidade de feldspatos e grande quantidade de quartzo, corresponde ao que mais sofreu os efeitos da diagênese.

A fase diagenética tardia pode ser evidenciada pela infiltração mecânica de argila que contorna os grãos do arcabouço apresentando-se como maior responsável pela presença de matriz nos arenitos estudados.

Outro fator relevante no estudo diagenético está relacionado á substituição de feldspatos por argilominerais.

## ESTAMPA B

**Figura 18:** Cimentação avermelhada por óxido de ferro (profundidade de 95,20 m, 10X, Nicol paralelo).

**Figura 19:** Idem a figura 18. nicol cruzado.

**Figura 20:** Matriz argilosa preenchendo poro intergranular dando origem a porosidade secundária através da expansão e encolhimento da matriz argilosa por desidratação (profundidade 125,19m, 10X, nicol paralelo).

**Figura 21:** Matriz autigênica (não deposicional), argilosa de cor esverdeada, originada da alteração dos grãos feldspatos contornando os grãos de quartzo (profundidade 34,40m, 10X, nicol paralelo)

**Figura 22:** Alteração diagenética gerando porosidade secundária (moldica e intragranular) de plagioclásio (profundidade de 125,19m, 10X, nicol cruzado).

**Figura 23:** Idem a figura 22. Nicol paralelo.

ESTAMPA B

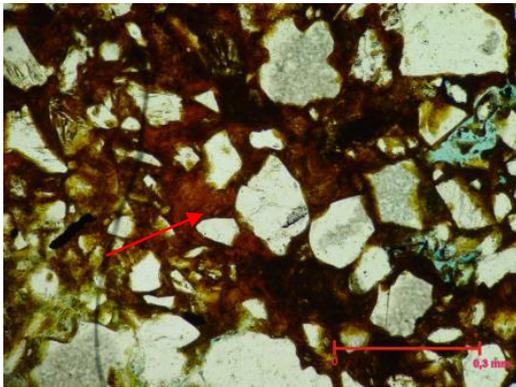


Figura 18

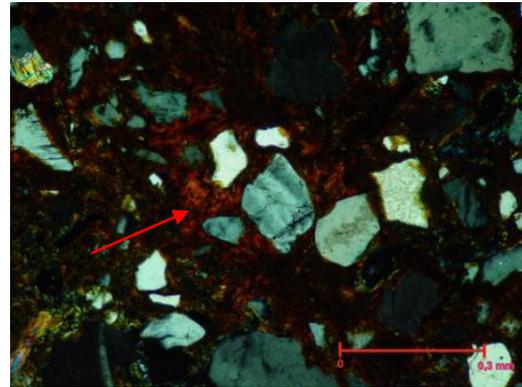


Figura 19

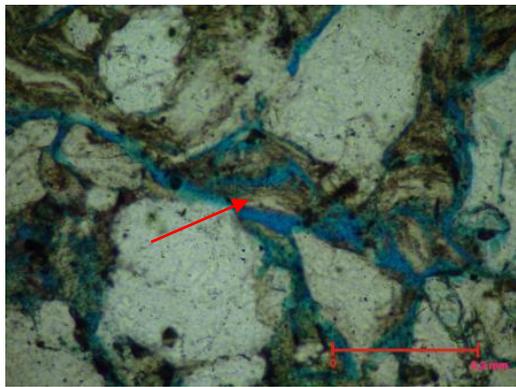


Figura 20

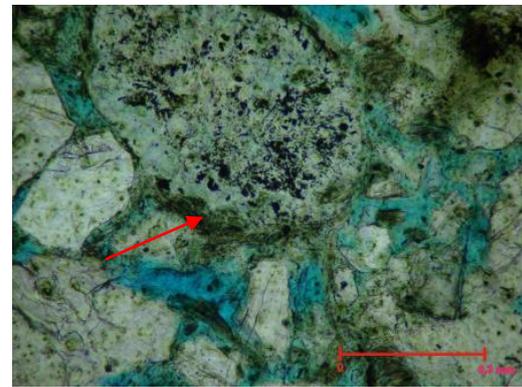


Figura 21

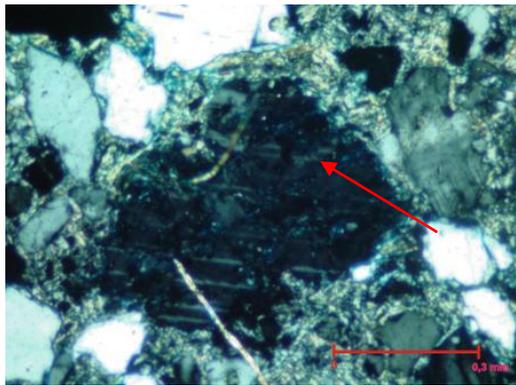


Figura 22

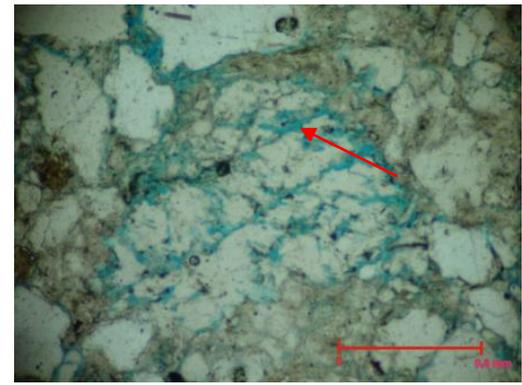


Figura 23

## 6. CONCLUSÕES

Na classificação dos arenitos foi constatado que treze deles obtiveram classificação subarcosiana e dois obtiveram classificação arcosiana (Figura 15 e Tabela 4). Nos arenitos analisados também foi observado o predomínio de porosidade intergranular sobre a porosidade intragranular. Este tipo de porosidade pode ser diretamente relacionado com a baixa concentração de matriz de origem primária.

Os arenitos estudados apresentam-se texturalmente imaturos devido à presença marcante de grãos angulosos. Isso indica possivelmente rápida deposição em uma bacia com elevada taxa de subsidência.

Observa-se que não existe um padrão de variação da porosidade e matriz, no entanto nota-se que o aumento de quartzo é concomitante a diminuição de feldspatos e vice-versa indicativo de ciclos deposicionais (Figura 16). E também observa-se nas profundidades de 107,20m e 119,50m alto teor quartzo e baixo teor de matriz, indicando tratar-se de arenitos de ambientes de mais alta energia.

As rochas, em geral, apresentam um moderado grau de alteração, evidenciado pela dissolução dos grãos de feldspatos, gerando porosidade secundária e matriz argilosa.

Os processos diagenéticos apresentados nas rochas estão diretamente relacionados com os aspectos como a cimentação por óxidos e hidróxidos causada pela dissolução de minerais ferro-magnesianos, infiltração mecânica de argila percolada por solução aquosa causada por enchentes fluviais

episódicas, dissolução dos feldspatos e baixa compactação constatada pelos contatos entre os grãos e pela deformabilidade das micas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, A. P. B. *Análise dos Padrões de Fraturamento Neotectônico e a sua Possível Aplicação na Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar de Resende (RJ)*. 2001. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Monografia de Graduação, 61p.

Albuquerque, A. P. B. *Tectônica Deformadora Cenozóica na Bacia Sedimentar de Resende (Rift Continental do Sudeste do Brasil)*. 2004. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 126p.

Almeida, F. F. M. *The System of Continental Rifts Bordering the Santos Basin, Brazil*. 1976. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Suplemento), 48: 15-26.

Asmus, H. E. & Ferrari, A. L. *Hipótese Sobre a Causa do Tectonismo Cenozóico na Região Sudeste do Brasil*. 1978. In: Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, p.75-88. (Série Projeto REMAC 4).

Bettini, C. (Coord). *Modelagem estratigráfica de reservatórios terrígenos: aplicação à avaliação do potencial hídrico da bacia de Resende (RJ)*. 2004. Rio de Janeiro: UFRJ / CPRM / ON. 278f. (Relatório final do projeto – proc.: CCT-PADCT- III/03 – GTM-01/97-2/06-4).

Blatt, H. *Conglomerate and Sandstone: Textures and Structures*. 1982. In: Blatt, H. Sedimentary Petrology. Editora W. H. Freeman and Company, New York, p. 105 – 142.

De Ros, L. F. *Compositional controls on sandstones diagenesis: compr. summ.* 1996. Uppsala Diss. Facul. Sci. Tech. 198:1-24.

Escobar, I. *Estudo regional da Bacia de Resende com base no método gravimétrico*. 1999. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – MODESTHI, Relatório Final, 26 p.

Ferrari, A. L. *Evolução Tectônica do Gráben da Guanabara*. 2001. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 412 p.

Folk, R. L. *Petrology of Sedimentary Rocks*. 1980. Austin: Hemphil Publ. Co, 184p.

Garcindo, L.B.. *Análise Paleopedológica da Formação Resende nas Bacias de Resende e Volta Redonda e suas Implicações Paleodeposicionais e Estratigráficas*. 2009 Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 218 p.

Macedo, J. M.; Bacoccoli, G. & Gamboa, L. A. P. *O Tectonismo Mesocenoico da Região Sudeste*. 1991. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 2, São Paulo, 1991. Atas. São Paulo, SBG/SP. v. 2, p.429-437.

Machado Filho, L. *et al.* Geologia Sn: Ministério das minas e Energia. 1983. Projeto Radam Brasil, Levantamento de Recursos Minerais, folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Vol. 32, p 27-304.

Mello, C. L. *Fácies sedimentares, arquitetura deposicional e relações morfoestratigráficas em um sistema de leques aluviais holocênicos: Aloformação Manso – médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)*. 1992. Rio de Janeiro, 188 p. (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia – IGEO/UFRJ).

Mello, C. L.; Carmo, I. O.; Moura, J. R. S. 1991. *Estudo faciológico de depósitos sedimentares holocênicos com base na arquitetura deposicional – médio vale do rio Paraíba do Sul*. 1991. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, São Paulo. Atlas, p. 19-26.

Melo, M. S. *et al.* *Estudos geológico-tectônicos na bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários de Volta Redonda (RJ) e bacia de Taubaté (área de Cruzeiro, SP)*. 1983. Relatório 17.737, 2 v., IPT/DMGA, São Paulo, 124 p.

Morad, S. *Carbonate cementation in sandstones: distribution patterns and geochemical evolution*. 1998. In: Carbonate Cementation in Sandstones (Ed S. Morad), IAS Special Publication, 26, pp. 1-26. International Association of Sedimentologists - Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Morad, S., Ketzer, J. M.; De Ros, L. F. *Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: implications for mass transfer in sedimentary basins*. 2000. *Sedimentology*, 47: 95-120.

Padilha, A. L.; Triverdi, N. B.; Vitorello, I. & Costa, J. M. *Geophysical Constraints on Tectonic Models of the Taubaté Basin, Southeastern Brazil*. 1991. *Tectonophysics*, 196: 157-172.

Pettijohn, F. J., Potter, P. E., and Ever, R. *Sand and sandstone*. Springer-Verlag, New York. 1972

Ramos, R. R. C. *Estratigrafia da sucessão sedimentar terciária da Bacia de Resende, entre Resende e Quatis (RJ), com ênfase na caracterização das litofácies, ciclicidade e paleocorrentes*. 1997. 209p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, UFRJ. Rio de Janeiro.

Ramos, R. R. C. *Sistemas Aluviais Terciários da Bacia de Resende, Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Análise de Fácies e Revisão Estratigráfica*. 2003. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 221 p.

Ramos, R. R. C.; Mello, C. L. & Sanson, M. S. R. *Revisão Estratigráfica da Bacia de Resende, Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 2006. Rio de Janeiro. *Geociências*, v.25 (1), p.59 – 69.

Riccomini, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 1989. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 256p.

Riccomini, C. *Padrão de Fraturamentos do Maciço Alcalino de Cananéia, Estado de São Paulo: Relações com a Tectônica mesozóica-cenozóica do Sudeste do Brasil*. 1995. *Revista brasileira de Geociências*, 25: 79-84.

Riccomini, C.; Sant`anna, L. G. & Ferrari, A. L. *Evolução Geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 2004. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; C. Dal Ré Carneiro, C.; Brito Neves, BB (orgs.) *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Editora Beca, p. 383-405.

Salvador, E. D. & Riccomini, C. *Neotectônica do Alto Estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil)*. 1995. *Revista Brasileira de Geociências*, 25(3): 151-164.

Salvador, E. D. *Análise Tectônica do Vale do Rio Paraíba do Sul Compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ)*. 1994. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Doutorado, 157p.

Sanson, M. S. R. *Sistemas Depositionais Aluviais e Tectônica Rúptil Cenozóica na Região de Volta Redonda (RJ): Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 2006. 142f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Zalán, P. V. & Oliveira, J. A. B. *Origem e Evolução Estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil*. 2005. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 13 (2): 269-300.

Zalán, P. V. *A Tectônica Transcorrente na Exploração do Petróleo: uma Revisão*. 1986. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(3): 245-257.

Wentworth, C.K.,. *A scale of grade and class terms for clastic sediments*. *Journal of Geology*, 30, 377-392. 1922