

# ANÁLISE PETROGRÁFICA DE ARENITOS DA FORMAÇÃO RESENDE (BACIA DE RESENDE, RJ)

Thaís Coelho BRÊDA<sup>1</sup>, Renato Rodriguez Cabral RAMOS<sup>2</sup>, Claudio Limeira MELLO<sup>1</sup>

(1) Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Avenida Athos da Silveira Ramos, 274 – Ilha do Fundão. CEP 21941-916. Rio de Janeiro, RJ. Endereços eletrônicos: thaisbreda@geologia.ufrj.br; limeira@geologia.ufrj.br.

(2) Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Quinta da Boa Vista, s/n – São Cristóvão. CEP 20940-040. Rio de Janeiro, RJ. Endereço eletrônico: rramos@mn.ufrj.br.

Introdução  
Geologia Regional  
    Embasamento  
    Bacia de Resende  
Métodos e Técnicas  
Resultados e Discussões  
    Aspectos Composicionais  
    Aspectos Texturais  
    Classificação Petrográfica  
    Proveniência  
Considerações Finais  
Agradecimentos  
Referências Bibliográficas

**RESUMO** - Este trabalho apresenta análises petrográficas de arenitos da Formação Resende aflorantes na bacia de Resende (*Rift* Continental do Sudeste do Brasil), incluindo: a) informações sobre proveniência, a partir da caracterização mineralógica, contribuindo para um melhor entendimento do modelo deposicional; e b) caracterização textural e de porosidade, como base para discussões acerca da capacidade permoporosa destes depósitos, que constituem importante aquífero regional. Os arenitos classificam-se como arcósios, predominantemente, subarcósios e arcósios líticos. O quartzo é o mineral mais abundante na maioria das amostras, ocorrendo como quartzo monocristalino e policristalino. Os feldspatos (microclínio e ortoclásio, predominantemente, e plagioclásio) também são bastante abundantes. Em todos os afloramentos estudados foram encontrados litoclastos plutônicos. Quanto à proveniência, identificou-se uma mistura de áreas-fonte, porém com expressiva participação de elementos derivados de rochas plutônicas aflorantes a sul da bacia de Resende, confirmando que os sistemas de drenagens provenientes da borda sul da bacia tiveram importante contribuição para seu preenchimento sedimentar. Quanto à capacidade permoporosa, pode-se concluir que os arenitos da Formação Resende possuem boa porosidade, porém com baixa conectividade, devido a uma alta concentração de matriz argilosa infiltrada, que oblitera a porosidade intergranular, sendo a porosidade de origem secundária (intragranular, móldica e de contração da argila) mais abundante.

**Palavras-chave:** Bacia de Resende; Formação Resende; Petrografia; Proveniência; Permoporosidade.

**ABSTRACT** - This paper presents petrographic analysis of sandstones from Resende Formation collected in outcrops in the Resende Basin (Continental Rift of Southeastern Brazil), including: a) provenance information based on mineralogical characterization, contributing to a better understanding of the depositional model, and b) textural and porosity characterizations, as a basis for discussions about the permoporosity properties of these deposits, which are important regional aquifer. The sandstones are predominantly classified as arkoses and, less abundant, as subarkoses and lithic arkoses. Quartz is the most abundant mineral in most samples, occurring as quartz monocrystalline and polycrystalline. The feldspars (microcline and orthoclase, predominantly, and plagioclase) are also quite abundant. In all outcrops studied were found plutonic lithoclasts. As for provenance, we identified a mixture of source areas, but with significant participation of elements derived from plutonic rocks that outcrop at south of Resende Basin, confirming that the drainage systems from the southern edge of the basin had an important contribution to its sedimentary fill. Regarding the permoporosity properties, it can be concluded that the Resende Formation sandstones have good porosity, but with low connectivity due to a high concentration of infiltrated clay matrix, which obliterates the intergranular porosity. The porosity of secondary origin (intragranular, moldic and clay contraction) is more abundant.

**Keywords:** Resende Basin; Resende Formation; Petrography; Provenance; Permoporosity.

## INTRODUÇÃO

A bacia de Resende constitui um hemigráben de idade eocênica-oligocênica localizado no extremo oeste do estado do Rio de Janeiro (entre as localidades de Engenheiro

Passos e Quatis, no médio vale do rio Paraíba do Sul - Figura 1). Juntamente com as bacias de São Paulo, Taubaté e Volta Redonda, está inserida no segmento central de um complexo

geotectônico paleogênico denominado por Riccomini (1989) como *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB).

Diversos estudos realizados na bacia de Resende resultaram em propostas estratigráficas e de caracterização dos sistemas deposicionais (Amador, 1975; Melo *et al.*, 1985; Riccomini, 1989; Ramos, 1997; Ramos, 2003; Ramos *et al.*, 2005a; Ramos *et al.*, 2006; Garcindo, 2009), e em modelos tectonossedimentares (Melo *et al.*, 1985; Riccomini, 1989; Albuquerque, 2001, 2004; Ramos, 2003).

O principal preechimento sedimentar desta bacia corresponde aos ruditos, arenitos e lutitos da Formação Resende, de idade Eoceno-Oligoceno. O modelo deposicional mais aceito para a Formação Resende correlaciona seus sedimentos a um sistema de rios entrelaçados axial com a contribuição de leques aluviais provenientes principalmente da borda norte da bacia, onde se localiza a falha principal do hemigráben, e de drenagens que penetravam pela borda sul (Ramos, 2003; Ramos *et al.*, 2006). No entanto, não há maiores informações acerca da importância da contribuição de cada sistema para a bacia.

Os depósitos da Formação Resende constituem o principal aquífero da região, caracterizado como um aquífero multicamadas (Castro, 2000). Apesar de serem registrados valores altos de vazão e capacidade específica,

os estudos realizados por Barboza (2009) indicaram baixa permeabilidade dos reservatórios da Formação Resende, relacionada por esta autora a aspectos diagenéticos. Albuquerque (2001) atribui um controle neotectônico para os melhores índices hidrogeológicos da região.

Os estudos mais importantes quanto à caracterização petrográfica da Formação Resende foram desenvolvidos por Ramos (1997), Ramos & Andreis (1998), Ramos (2003) e Ramos *et al.* (2005b). Nestes trabalhos, os autores identificaram uma mistura de áreas-fonte, com forte contribuição de origem granítica e alcalina para os sedimentos. Barboza (2009) apresentou dados de petrografia com ênfase nos aspectos texturais e de porosidade, obtendo valores altos de matriz e porosidade secundárias para os arenitos estudados.

O presente trabalho apresenta o resultado de análises petrográficas de arenitos da Formação Resende, buscando: a) fornecer informações sobre a proveniência dos sedimentos, através da descrição dos aspectos composicionais, para um melhor entendimento do modelo deposicional da bacia; e b) servir de base para a discussão acerca da capacidade permoporosa destes depósitos, a partir da caracterização de aspectos texturais e de porosidade.

## GEOLOGIA REGIONAL

### Embasamento

O embasamento da bacia de Resende é composto, predominantemente, por rochas metamórficas de idade arqueana a neoproterozoica pertencentes ao Cinturão Ribeira, incluído no setor central da Província Mantiqueira (Heilbron *et al.*, 2004). Há, ainda, ocorrências de suítes de rochas granitoides intrusivas neoproterozoicas (que afloram, principalmente, a sul da bacia), diques de diabásio mesozoicos e corpos de rochas alcalinas neocretáceas (maciços do Itatiaia e do Morro Redondo). Segundo o mapa geológico elaborado por Silva & Cunha (2001 - Figura 1), o embasamento da bacia de Resende é constituído pelas seguintes unidades:

- Complexo Mantiqueira: hornblenda-biotita gnaisses do tipo TTG, de idade arqueana,

finamente bandados, com forte foliação e frequentes intercalações de anfíbolitos;

- Complexo Juiz de Fora: clinopiroxênio-ortopiroxênio-hornblenda-biotita ortognaisses, tipo TTG, nas fácies anfíbolito e granulito, de idade meso/neoproterozoica, com frequentes intercalações de granada gnaiss norítico e paragnaisse parcialmente fundido, e intrusões de granada charnockito;

- Suíte Quirino: (hornblenda)-biotita ortognaisse calcialcalino de composição tonalítica a granítica, na fácies anfíbolito, granoblástico a porfiroblástico, de idade meso/neoproterozoica, localmente com enclaves de anfíbolito e paragnaisse dobrados;

- Grupo Andrelândia: cianita-sillimanita-granada-biotita gnaiss, de idade

meso/neoproterozoica, com intercalações de quartzito;

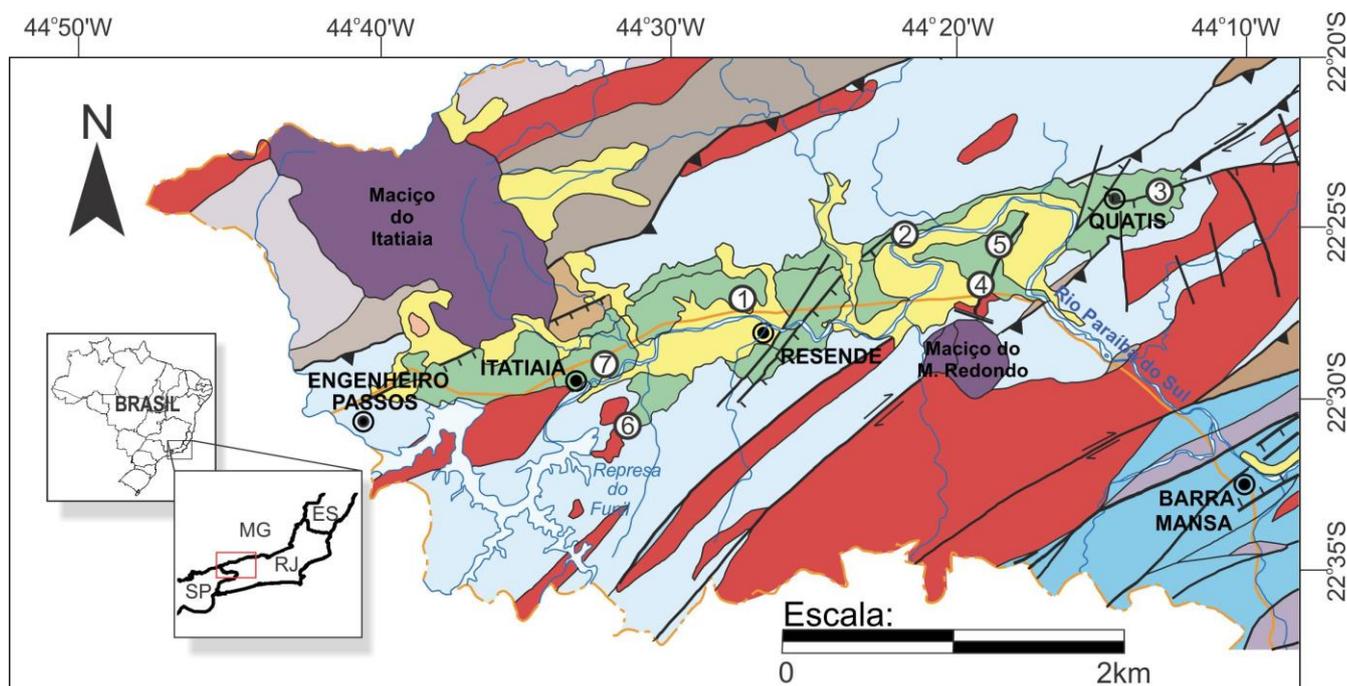
- Complexo Embu: cianita-sillimanita-granada-biotita-muscovita xisto e gnaiss, localmente grafitoso, de idade meso/neoproterozoica, com bolsões e veios de leucogranito anatótico, intercalações de anfibolito, gnaiss calciossilicático e quartzito;

- Complexo Paraíba do Sul: granada-biotita-sillimanita gnaiss quartzo-feldspático (metagrauvaca), de idade meso/neoproterozoica, com bolsões e veios anatóticos *in situ* ou injetados de composição

granítica, e frequentes intercalações de gnaiss calciossilicático e quartzito;

- Suítes granitoides: granitos tipo-S a duas micas e granada, e biotita granitoide tipo-I, de idade neoproterozoica, com granulação grossa e textura equigranular a porfirítica, e domínios ricos em enclaves de paragneiss e rochas de composição máfica e quartzodiorítica;

- Rochas alcalinas: sienitos, nefelina sienitos, foiaítos, fonolitos, traquitos, tinguaitos, pulaskitos, umptekitos e fenitos de idade neocretácica (Bizzi *et al.*, 2003).



**Figura 1.** Mapa geológico do Cinturão Ribeira da bacia de Resende, segundo Silva & Cunha (2001, modificado). Estão assinalados os afloramentos estudados da Formação Resende: 1- Seção-tipo da Formação Resende; 2- Seção MOD-17; 3- Seção Ferrovia do Aço; 4- Seção Ponte dos Arcos; 5- Seção Guardian; 6- Seção Clube Náutico; 7- Seção Praça do Pedágio/Itatiaia.

## Bacia de Resende

A bacia de Resende, assim como todas as bacias que constituem o segmento central do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), instalou-se no Eoceno a partir de reativações com caráter distensivo de direção NNW-SSE de zonas de cisalhamento preexistentes (Riccomini *et al.*, 2004).

Segundo Ramos (2003) e Ramos *et al.* (2005a, 2006), os depósitos da bacia de Resende podem ser divididos em três unidades litoestratigráficas fundamentais: Formação Ribeirão dos Quatis, Formação Resende e Formação Floriano (Figura 2).

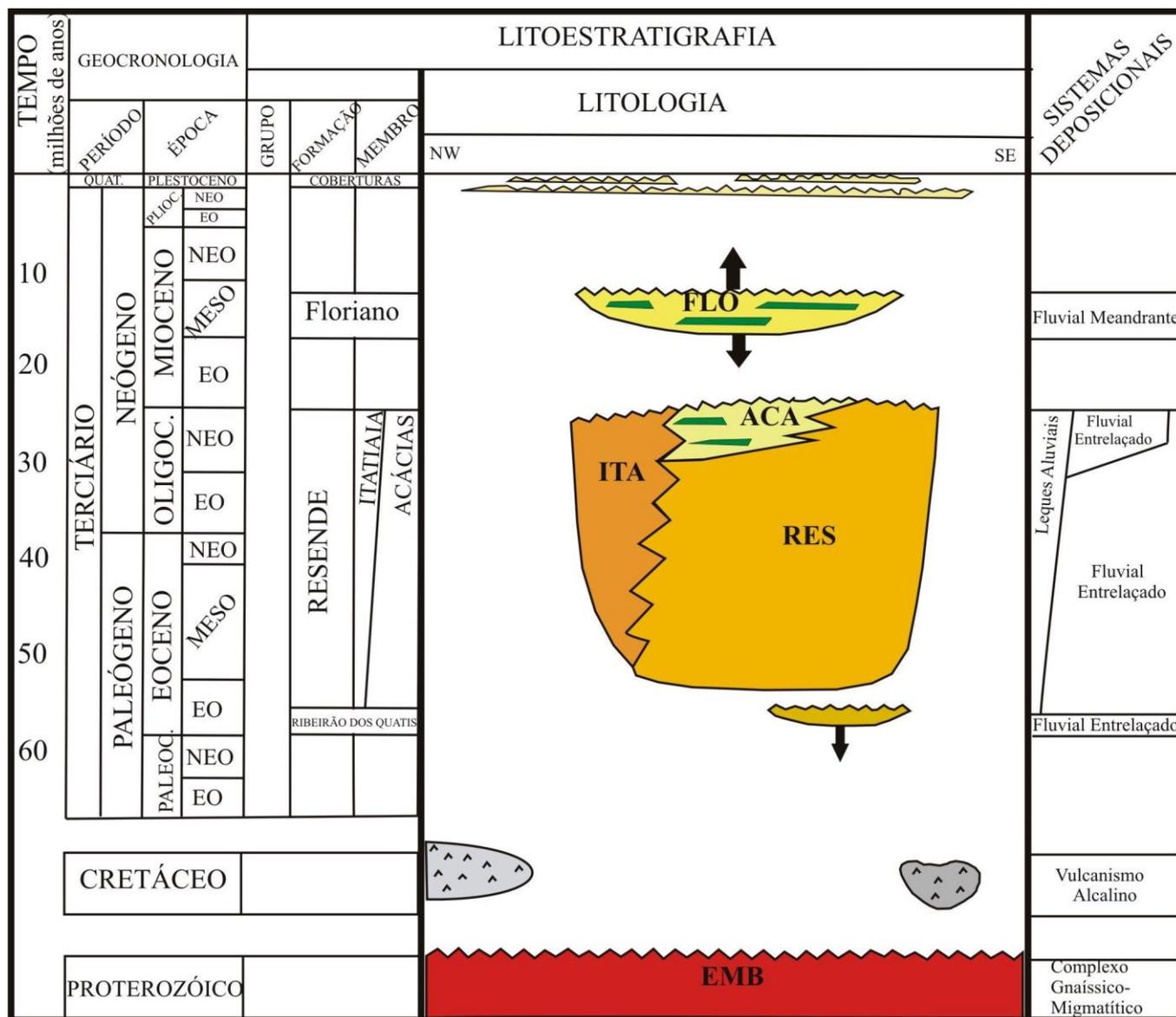


Figura 2. Coluna estratigráfica da bacia de Resende (Ramos *et al.*, 2005a).

A Formação Ribeirão dos Quatis representa a unidade basal, ocorrendo em inconformidade sobre o embasamento proterozoico. É constituída, na base, por conglomerados quartzosos, maduros, maciços, com imbricação dos seixos ou com estratificação mal definida, ocorrendo ainda

escassas intercalações de arenitos grossos a muito grossos, com estratificações horizontais ou cruzadas acanaladas. No topo dessa unidade, predominam os depósitos areníticos, em ciclos granodescendentes ascendentes de espessura decimétrica, com camadas de conglomerado fino na base. Esta sedimentação é interpretada

por Ramos *et al.* (2006) como o registro de um sistema fluvial entrelaçado com fluxos episódicos de alta energia (resultando na amalgamação de camadas decimétricas de cascalho grosso) e com diminuição da energia das correntes (indicada pelas fácies areníticas, mais frequentes no topo da unidade).

A Formação Resende constitui a maior parte dos depósitos paleogênicos, englobando porções marginais, associadas a leques aluviais distribuídos principalmente na borda norte da bacia, e porções axiais, relacionadas a um sistema fluvial entrelaçado cujo aporte principal seria proveniente de drenagens que penetravam na bacia fluindo de sul e de oeste. Os depósitos marginais correspondem a brechas sustentadas pelos clastos e pela matriz, vaques e, subordinadamente, ruditos finos suportados pela matriz e lamitos arenosos. Já os depósitos axiais são constituídos por camadas de arenitos arcossianos médios a grossos e ruditos finos, com estratificação cruzada acanalada ou maciços, intercaladas com lutitos maciços de coloração esverdeada. Ramos (2003) caracterizou dois membros para a Formação Resende: Acácias (sucessão predominantemente arenítica de origem fluvial, no topo da Formação Resende); e Itatiaia (depósitos associados a leques aluviais provenientes dos maciços alcalinos do Itatiaia e do Morro Redondo).

A Formação Floriano corresponde a uma sucessão de camadas areníticas dispostas em corpos de geometria lenticular ou sigmoidal, com espessuras entre 1 e 2 m, e camadas lutíticas com grande persistência lateral. Os estratos areníticos e lutíticos formam ciclos de granodecrescência ascendente,

apresentando na base camadas delgadas de conglomerado fino, maciço, com abundantes intraclastos, às vezes produzindo brechas intraformacionais, capeados por arenitos finos a médios, arcossianos, maciços ou com estruturas acanaladas, sobrepostos por lutitos maciços ou laminados, de cor avermelhada. Esses depósitos estão associados a um sistema fluvial meandrante, com idade atribuída ao Mioceno, que representou o preenchimento final da bacia de Resende.

A bacia de Resende apresenta uma compartimentação transversal interna - Alto Estrutural de Resende, que a segmenta em dois depocentros principais (Penedo, a oeste; e Porto Real, a leste - Ramos, 2003). Albuquerque (2004) identificou três fases tectônicas deformadoras nesta bacia, correlacionáveis aos eventos reconhecidos por Riccomini (1989) e Riccomini *et al.* (2004) para o segmento central do RCSB: transcorrência sinistral E-W, afetando os depósitos paleogênicos; transcorrência dextral E-W, afetando os depósitos paleogênicos, neogênicos e pleistocênicos; e distensão NW-SE, afetando os depósitos paleogênicos, neogênicos, pleistocênicos e holocênicos.

Albuquerque (2001) observou uma coincidência entre as regiões da bacia que apresentam maiores valores de vazão e capacidade específica e a ocorrência expressiva de padrões de fraturamento NE-SW e NW-SE. Esta autora afirma, ainda, que as estruturas geradas pelo evento de distensão NW-SE teriam um papel importante no controle dos melhores índices hidrogeológicos, por se tratarem de estruturas eminentemente distensivas e de idade recente (holocênica).

## MÉTODOS E TÉCNICAS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram selecionados 7 (sete) afloramentos da Formação Resende, de forma a representar, da melhor maneira possível, o seu registro aflorante em toda a bacia de Resende (Figura 1).

Durante as atividades de campo foram confeccionadas seções geológicas e perfis sedimentológicos (escala 1:20), com a

caracterização das fácies sedimentares. Foram coletadas 12 (doze) amostras de arenitos com estratificação cruzada acanalada para a confecção de lâminas petrográficas. A seleção de apenas esta fácies para a análise petrográfica teve o objetivo de facilitar a caracterização microscópica (granulometria e baixo grau de alteração) e a comparação entre as rochas e os

afloramentos estudados (homogeneidade dos processos formadores).

As 12 (doze) lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia/IGEO/UFRJ, após impregnação com resina líquida com catalizador e corante de coloração azul, facilitando a identificação dos espaços porosos da rocha. As lâminas foram descritas com o auxílio de microscópio binocular de luz transmitida, dotado de câmera digital, da marca *Carl Zeiss*, do Laboratório de Geologia Sedimentar (LAGESED) do Departamento de Geologia/UFRJ. Os aspectos analisados foram: granulometria; seleção; arredondamento e circularidade dos grãos; matriz; cimento; contato entre os grãos; porosidade; e composição mineralógica.

As classes granulométricas foram identificadas a partir da medida dos grãos com auxílio de retículo graduado. A classificação foi baseada nos limites de Wentworth (1922): entre 4,00 e 2,00 mm (grânulo); entre 2,00 e 1,00 mm (areia muito grossa); entre 1,00 e 0,50 mm (areia grossa); entre 0,50 e 0,250 mm (areia média); entre 0,250 e 0,125 mm (areia fina); entre 0,125 e 0,062 mm (areia muito fina); e menor que 0,062 mm (classificado como matriz).

Com base em Dickinson (1970), a matriz foi classificada em um dos seguintes tipos: protomatriz (sindeposicional); ortomatriz (produto da recristalização da protomatriz);

epimatriz (resultante da alteração de grãos do arcabouço, com posterior infiltração do material argiloso no espaço poroso); e pseudomatriz (originada pelo esmagamento de grãos detríticos facilmente deformáveis).

A porosidade foi caracterizada, quanto a sua origem, como primária (sindeposicional) ou secundária (pós-deposicional). A porosidade primária é do tipo intergranular. A porosidade secundária foi classificada como: móldica; por dissolução parcial; por fraturamento; ou por expansão e contração da matriz argilosa.

Os demais aspectos texturais foram definidos a partir da comparação com as tabelas de Folk (1968, *apud* Boggs, 2009), para seleção, e de Powers (1953), para arredondamento e circularidade.

Os aspectos texturais e composicionais foram quantificados através do método de contagem de pontos (300 pontos), segundo Gazzi-Dickinson (Zuffa, 1984). Os valores obtidos para a composição mineralógica foram, posteriormente, recalculados para porcentagens de quartzo/feldspatos/fragmentos de rocha e plotados no diagrama ternário de classificação de rochas (segundo Folk, 1980). Com base nas concentrações relativas dos diferentes tipos de quartzo (quartzo policristalino/quartzo monocristalino ondulante/quartzo monocristalino não-ondulante), foram gerados diagramas ternários de proveniência (segundo Basu *et al.*, 1975).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Aspectos composicionais

Na maioria das amostras analisadas, o quartzo é o mineral mais abundante, com exceção das amostras RE-03 (Ponto 1, Seção-tipo da Formação Resende), RE-07 e RE-08 (ambas do Ponto 7, Praça do Pedágio/Itatiaia), nas quais os feldspatos são mais abundantes (Quadro 1).

O quartzo aparece de quatro maneiras (Quadro 1; Fotomicrografias 1 a 3 da Prancha A), podendo apresentar inclusões sólidas (rutílo e zircão):

- quartzo monocristalino não-ondulante - em geral, corresponde à fração granulométrica

secundária da rocha, podendo indicar a fragmentação de grãos de quartzo policristalino. A área-fonte deste mineral pode ser composta por rochas ígneas plutônicas ou metamórficas de alto grau. Encontra-se em maior abundância na maioria das amostras estudadas, perfazendo em média 19,7% da composição das rochas;

- quartzo monocristalino ondulante - apresenta extinção ondulante, sendo provavelmente derivado de uma fonte metamórfica ou granitos deformados. São grãos em geral médios a muito grossos, subangulosos. Perfaz, em média, apenas 6,3% da composição das rochas;

- quartzo policristalino com 2 ou 3 subgrãos - a maior parte deste tipo de quartzo apresenta subgrãos com extinção normal e contatos nítidos e irregulares, podendo indicar uma fonte plutônica. Representa apenas 2,6% em média da composição das rochas descritas, porém as amostras RE-03 e RE-09, coletadas nos pontos 1 (Seção-tipo da Formação Resende) e 2 (Seção MOD-17), respectivamente, apresentam uma concentração um pouco mais elevada (5% e 9%, respectivamente);

- quartzo policristalino com mais de 3 subgrãos - apresenta, em geral, contatos suturados e subgrãos com extinção ondulante ou não ondulante, indicando uma proveniência de rochas de médio a alto grau metamórfico. Na maioria das amostras, este tipo de quartzo não ultrapassa 2,3% da rocha, sendo mais elevada a sua concentração nas amostras RE-01 e RE-03, coletadas no Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende), apresentando 13% e 8,6%, respectivamente.

Quatro tipos de feldspatos foram encontrados nas rochas estudadas (Quadro 1; Fotomicrografias 4 a 6 da Prancha A):

- ortoclásio comum - os grãos aparecem pouco alterados e correspondem a apenas cerca de 2%, em média, da composição das rochas analisadas; porém a amostra coletada na Seção MOD-17 (Ponto 2) apresenta 5,3% deste mineral e a amostra RE-06 (Ponto 6, Seção Clube Náutico) apresenta apenas este tipo de feldspato (7,6%);

- ortoclásio micropertítico - os grãos ocorrem, em geral, muito alterados e parcialmente dissolvidos, gerando porosidade secundária e argila. Os aspectos texturais indicam uma proveniência associada aos maciços alcalinos. Corresponde ao feldspato mais abundante nas amostras do Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende), em média cerca de 16%; do Ponto 7 (Seção Praça do Pedágio/Itatiaia), em média 34%; e do Ponto 4 (Seção Ponte dos Arcos), apresentando 8,6%.

Essas duas últimas estão localizadas bem próximas aos maciços alcalinos do Itatiaia e do Morro Redondo, respectivamente. Nas demais localidades, o ortoclásio micropertítico é escasso ou ausente;

- microclínio - apresenta, em geral, geminação do tipo *tartan* e pode ocorrer desde fresco até bastante alterado, sendo mais frequentes os grãos com baixo grau de alteração. Sua origem está relacionada a rochas graníticas e pegmatitos de mesma filiação. Corresponde ao feldspato mais abundante nas amostras coletadas no Ponto 5 (Seção Guardian - 11,3%), no Ponto 3 (Seção Ferrovia do Aço - 16%) e no Ponto 2 (Seção MOD-17 - 8,6%). Outras três amostras também apresentaram alta concentração deste mineral: RE-02 e RE-05 (Ponto 1, Seção-tipo da Formação Resende), apresentando, em média, 5,3%; e RE-10 (Ponto 4, Seção Ponte dos Arcos), com 6%;

- plagioclásio - ocorre de maneira bastante alterada, apresentando geminação polissintética. Este mineral é escasso nas rochas estudadas, perfazendo, em média, menos de 1% e alcançando, no máximo, 2,6% no Ponto 7 (Seção Praça do Pedágio) e 3,6% no Ponto 3 (Seção Ferrovia do Aço).

Em todos os afloramentos estudados foram encontrados litoclastos de origem plutônica (em média 2,7%) - Fotomicrografias 1 e 2 da Prancha B, sendo mais abundantes nas amostras RE-01 e RE-02 do Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende). Na amostra RE-07, coletada no Ponto 7 (Seção Praça do Pedágio/Itatiaia), foram identificados líticos de origem vulcânica, correspondendo a 1,3% da rocha.

Minerais como muscovita, biotita (Fotomicrografia 3 da Prancha B), turmalina, clorita e opacos aparecem de forma acessória nas amostras de arenitos estudadas.

**Quadro 1.** Composição das amostras de arenitos da Formação Resende analisadas petrograficamente.

	Seção-tipo da Formação Resende (Ponto 1)					Clube Náutico (Ponto 6)	Praça do Pedágio/Itatiaia (Ponto 7)		MOD-17 (Ponto 2)	Ponte dos Arcos (Ponto 4)	Guardian (Ponto 5)	Ferrovia do Aço (Ponto 3)
	RE-01	RE-02	RE-03	RE-04	RE-05	RE-06	RE-07	RE-08	RE-09	RE-10	RE-11	RE-12
<b>1. Quartzo Total (2+5)</b>	<b>35,3</b>	<b>32,4</b>	<b>27,5</b>	<b>30,5</b>	<b>37,6</b>	<b>36,9</b>	<b>13,2</b>	<b>23,2</b>	<b>39,6</b>	<b>33,5</b>	<b>32,9</b>	<b>30,6</b>
2. Qtzo. monocristalino total (3+4)	20,3	28,4	13,9	25,6	34,6	36,6	12,6	20,3	30,6	28,6	30,6	29,6
3. Quartzo não ondulante	18,0	20,7	12,9	24,6	33,0	26,6	8,0	16,3	15,0	19,3	22,6	19,3
4. Quartzo ondulante	2,3	7,7	1,0	1,0	1,6	10,0	4,6	4,0	15,6	9,3	8,0	10,3
5. Qtzo. policristalino total (6+7)	15,0	4,0	13,6	4,9	3,0	0,3	0,6	2,9	9,0	4,9	2,3	1,0
6. Quartzo com 2-3 subgrãos	2,0	1,7	5,0	2,6	3,0	0,3	-	1,3	9,0	2,6	2,3	1,0
7. Quartzo com >3 subgrãos	13,0	2,3	8,6	2,3	-	-	0,6	1,6	-	2,3	-	-
<b>8. Feldspato total (9+14)</b>	<b>17,3</b>	<b>25,7</b>	<b>33,8</b>	<b>24,9</b>	<b>8,9</b>	<b>7,6</b>	<b>39,9</b>	<b>37,5</b>	<b>14,8</b>	<b>18,6</b>	<b>13,5</b>	<b>19,6</b>
9. K-feldspato total (10+13)	16,5	25,7	33,6	24,6	8,6	7,6	37,3	36,5	14,2	17,6	13,2	16,0
10. Ortoclásio total (11+12)	14,9	20,0	30,5	24,0	3,6	7,6	36,3	33,9	5,6	11,6	1,9	0,0
11. Ortoclásio comum	-	-	3,0	-	0,6	7,6	0,6	1,3	5,3	3,0	1,6	-
12. Ortoclásio micropertítico	14,9	20,0	27,5	24,0	3,0	-	35,7	32,6	0,3	8,6	0,3	-
13. Microclínio	1,6	5,7	3,1	0,6	5,0	-	1,0	2,6	8,6	6,0	11,3	16,0
14. Plagioclásio	0,8	-	0,2	0,3	0,3	-	2,6	1,0	0,6	1,0	0,3	3,6
<b>15. Fragmentos líticos total (16+17+18)</b>	<b>9,6</b>	<b>10,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>
16. Lítico plutônico	9,6	10,7	0,3	-	1,0	2,0	-	1,6	2,0	1,0	2,4	1,2
17. Lítico metamórfico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18. Lítico vulcânico	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-
<b>19. Mica total (20+21)</b>	<b>0,6</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>4,7</b>	<b>1,0</b>
20. Muscovita	0,6	1,6	-	0,7	0,4	0,7	-	0,6	-	-	-	1,0
21. Biotita	-	-	-	-	-	-	2,0	1,7	0,3	-	4,7	-
<b>22. Porosidade total (23+24)</b>	<b>20,2</b>	<b>18,6</b>	<b>24,0</b>	<b>20,3</b>	<b>20,6</b>	<b>8,3</b>	<b>8,2</b>	<b>13,0</b>	<b>16,6</b>	<b>16,3</b>	<b>10,9</b>	<b>26,4</b>
23. Primária (Intergranular)	2,8	10,3	3,7	2,3	-	1,0	1,0	1,7	-	1,0	-	10,9
24. Secundária (25+26+27+28)	17,4	8,3	20,3	18,0	20,6	7,3	7,2	11,3	16,6	15,3	10,9	15,5
25. Dissolução parcial	-	2,0	3,3	2,7	2,6	2,0	1,6	3,0	2,4	1,4	2,2	1,0
26. Encolhimento	8,2	3,6	3,7	4,7	16,1	5,3	5,6	6,3	11,6	12,9	8,7	2,0
27. Fratura	-	-	-	0,3	0,6	-	-	0,3	-	0,7	-	1,0
28. Mórdica	9,2	2,7	13,3	10,3	1,3	-	-	1,7	2,6	0,3	-	11,5
<b>29. Epimatriz</b>	<b>17,0</b>	<b>11,0</b>	<b>14,4</b>	<b>23,6</b>	<b>31,5</b>	<b>44,5</b>	<b>35,4</b>	<b>22,4</b>	<b>26,7</b>	<b>30,6</b>	<b>35,6</b>	<b>21,2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

## PRANCHA A

**Fotomicrografia 1** - Amostra RE-09, Ponto 2 (Seção MOD-17): grãos de quartzo monocristalino ondulante (Qond.), líticos (Lit.) e feldspato (Felds.) - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografia 2** - Amostra RE-06, Ponto 6 (Seção Clube Náutico): grão de quartzo policristalino com 3 subgrãos, em destaque, e grãos de quartzo monocristalino não ondulante em fração granulométrica inferior - polarizadores cruzados.

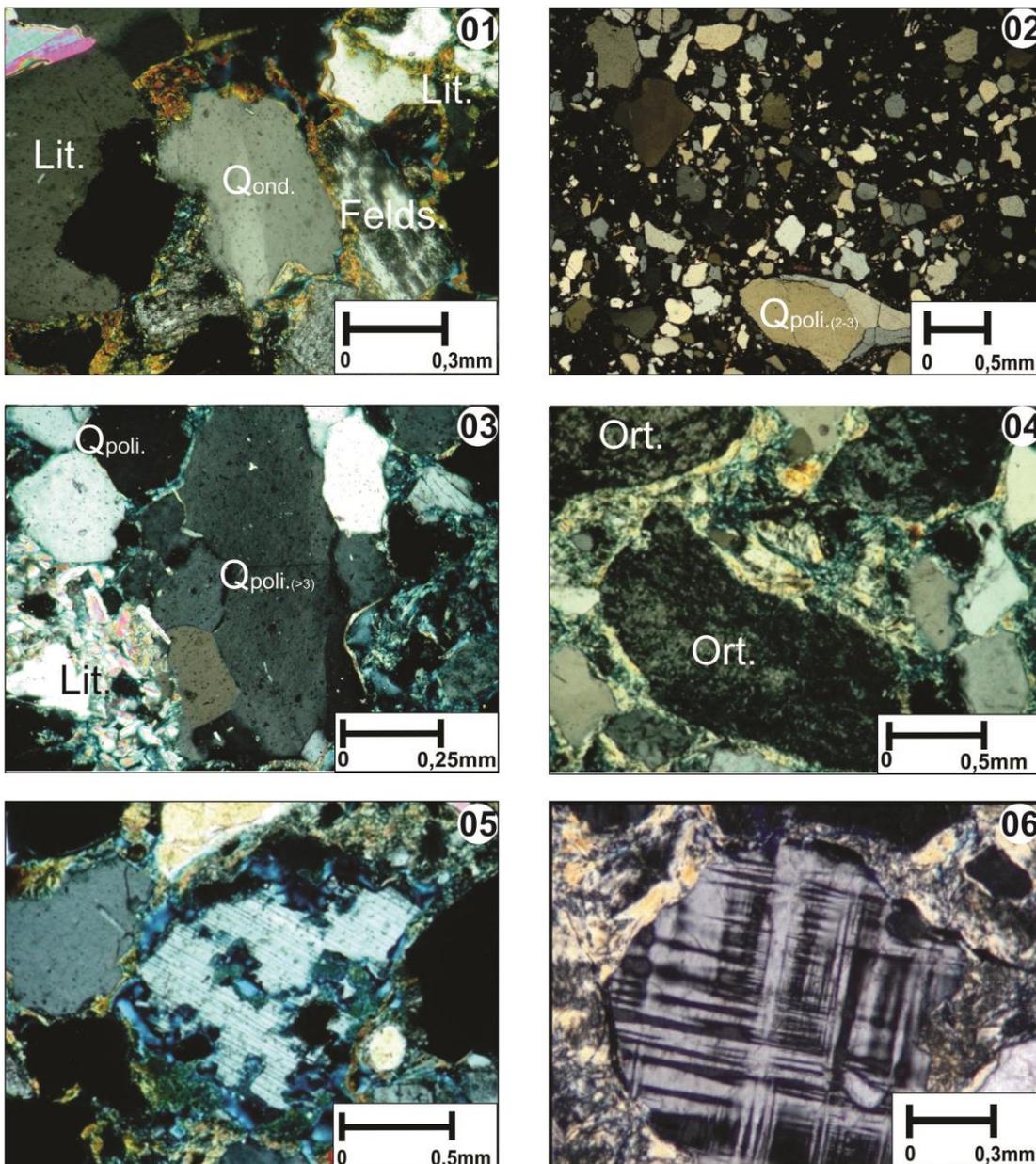
**Fotomicrografia 3** - Amostra RE-02, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): grãos de quartzo policristalino com mais de 3 subgrãos, provavelmente de origem plutônica, e grão lítico - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografia 4** - Amostra RE-05, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): ortoclásio microperitítico - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografia 5** - Amostra RE-01, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): grão de plagioclásio alterado, no centro da imagem - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografia 6** - Amostra RE-09, Ponto 2 (Seção MOD-17): grão de microclínio - polarizadores cruzados.

## PRANCHA A



## PRANCHA B

**Fotomicrografia 1** – Amostra RE-12, Ponto 3 (Seção Ferrovia do Aço): litoclasto plutônico composto por quartzo e microclínio - polarizadores cruzados.

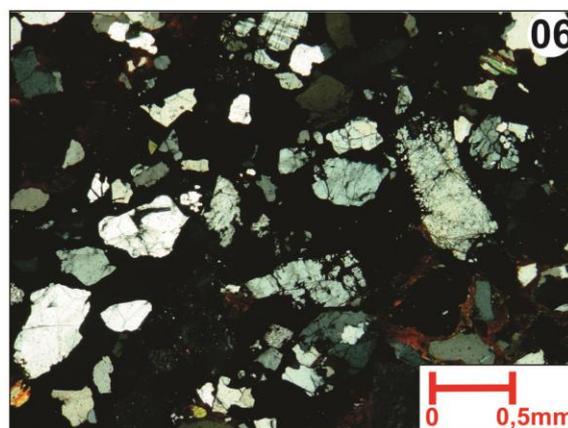
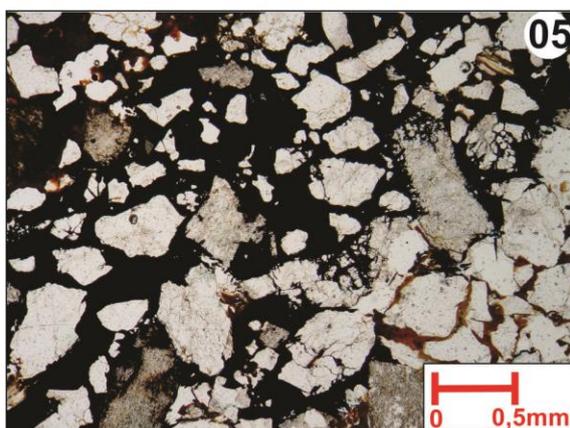
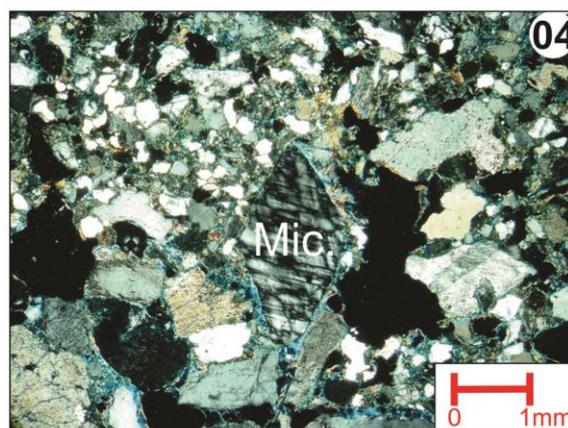
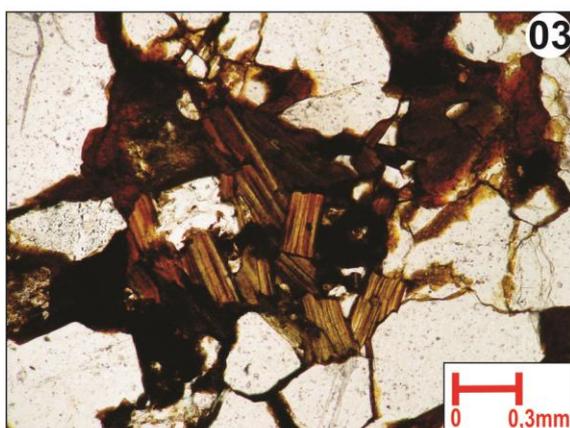
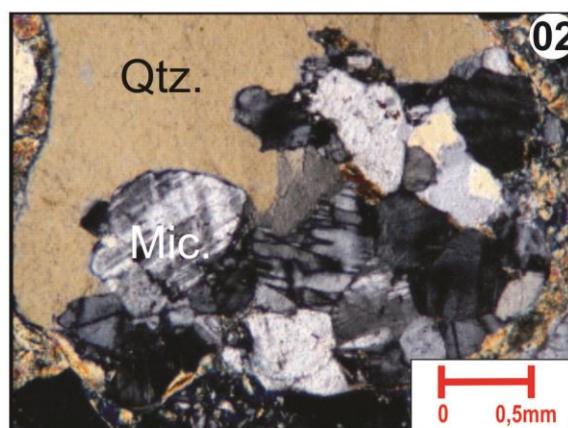
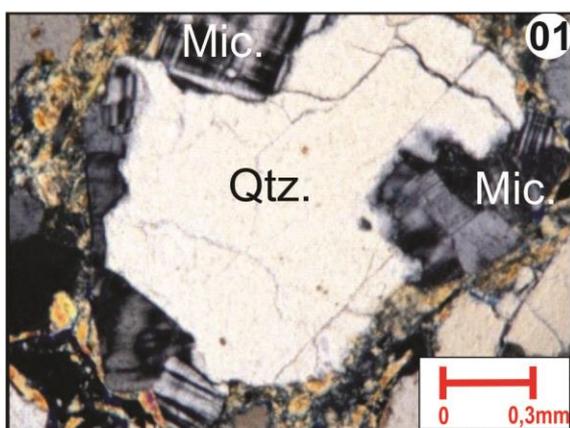
**Fotomicrografia 2** – Amostra RE-09, Ponto 2 (Seção MOD-17): litoclasto plutônico - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografia 3** - Amostra RE-01, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): fragmento lítico com grãos de biotita alterados, produzindo cimentação de óxidos e hidróxidos de ferro - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografia 4** – Amostra RE-04, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): arenito pobremente selecionado, com grãos angulosos de quartzo e microclínio - polarizadores cruzados.

**Fotomicrografias 5 e 6** – Amostra RE-01, Ponto1 (Seção-tipo da Formação Resende): cimentação de óxido de ferro - polarizadores em paralelo e cruzados, respectivamente.

## PRANCHA B



### Aspectos texturais

A maioria das rochas analisadas corresponde a arenitos médios a grossos, pobremente a muito pobremente selecionados. Quanto ao arredondamento, os grãos são em geral angulosos a subangulosos, e a circularidade varia bastante, sendo predominantemente alta nos grãos de quartzo monocristalino e variando de baixa até alta nos demais grãos (Fotomicrografia 4 da Prancha B; Fotomicrografias 1 e 2 da Prancha C).

Os contatos entre os grãos são dos tipos pontual e alongado, indicando a baixa compactação desses depósitos. A ausência de contatos (“grãos flutuantes”) é comum, devido à dissolução de grãos instáveis do arcabouço (Fotomicrografia 8 da Prancha C).

A matriz é, predominantemente, do tipo epimatriz, ou seja, de origem secundária (não deposicional), originada provavelmente da alteração dos feldspatos. Esta epimatriz foi infiltrada no espaço intergranular da rocha e, por isso, ocorre contornando os grãos e apresentando orientação (Fotomicrografias 3 e 4 da Prancha C). A concentração de matriz nestes arenitos (em média 26%) varia bastante (Quadro 1), inclusive entre amostras coletadas em um mesmo afloramento, já que está diretamente relacionada ao grau de infiltração de argila secundária. A amostra coletada no Ponto 6 (Seção Clube Náutico) apresenta a maior concentração de matriz (44,5%) e a menor concentração de feldspatos (7,6%),

indicando que o processo de geração de matriz a partir da alteração dos feldspatos ocorreu de forma intensa.

A porosidade é predominantemente de origem secundária (expansão e contração da epimatriz argilosa; móldica, e por dissolução parcial - Quadro 1; Fotomicrografias 5 a 8 da Prancha C), com exceção da amostra RE-02, coletada no Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende), que apresenta maior abundância de porosidade primária (10,3% de porosidade intergranular). As rochas estudadas apresentam, em média, 17% de porosidade total, sendo maiores os valores obtidos nas amostras coletadas no Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende - 18 a 24%) e no Ponto 3 (Seção Ferrovia do Aço - 26%), nas quais os feldspatos encontram-se menos alterados. As amostras RE-06 (Ponto 6 – Seção Clube Náutico), RE-07 (Ponto 7 – Seção Praça do Pedágio/Itatiaia) e RE-11 (Ponto 5 – Seção Guardian) apresentam valores bem inferiores de porosidade (8% a 10%), indicando que a alta concentração de epimatriz, presente nestas rochas, prejudica a porosidade.

As amostras analisadas apresentam cimentação parcial por óxidos de ferro, responsável pela coloração por vezes avermelhada da epimatriz (Fotomicrografias 5 e 6 da Prancha B). A ocorrência deste tipo de cimentação é de difícil quantificação, já que ocorre como impregnação da matriz argilosa.

### PRANCHA C

**Fotomicrografia 1** - Amostra RE-11, Ponto 5 (Seção Guardian): arenito médio a grosso, pobremente selecionado, com grãos angulosos a subangulosos - polarizadores em paralelo.

**Fotomicrografia 2** – Amostra RE-07, Ponto 7 (Seção Praça do Pedágio/Itatiaia): arenito apresentando estratificação, evidenciada por duas lâminas de grãos com diferentes granulometrias - polarizadores em paralelo.

**Fotomicrografias 3 e 4** – Amostra RE-01, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): epimatriz argilosa, contornando os grãos e apresentando orientação, e porosidade por encolhimento da matriz - polarizadores em paralelo e cruzados, respectivamente.

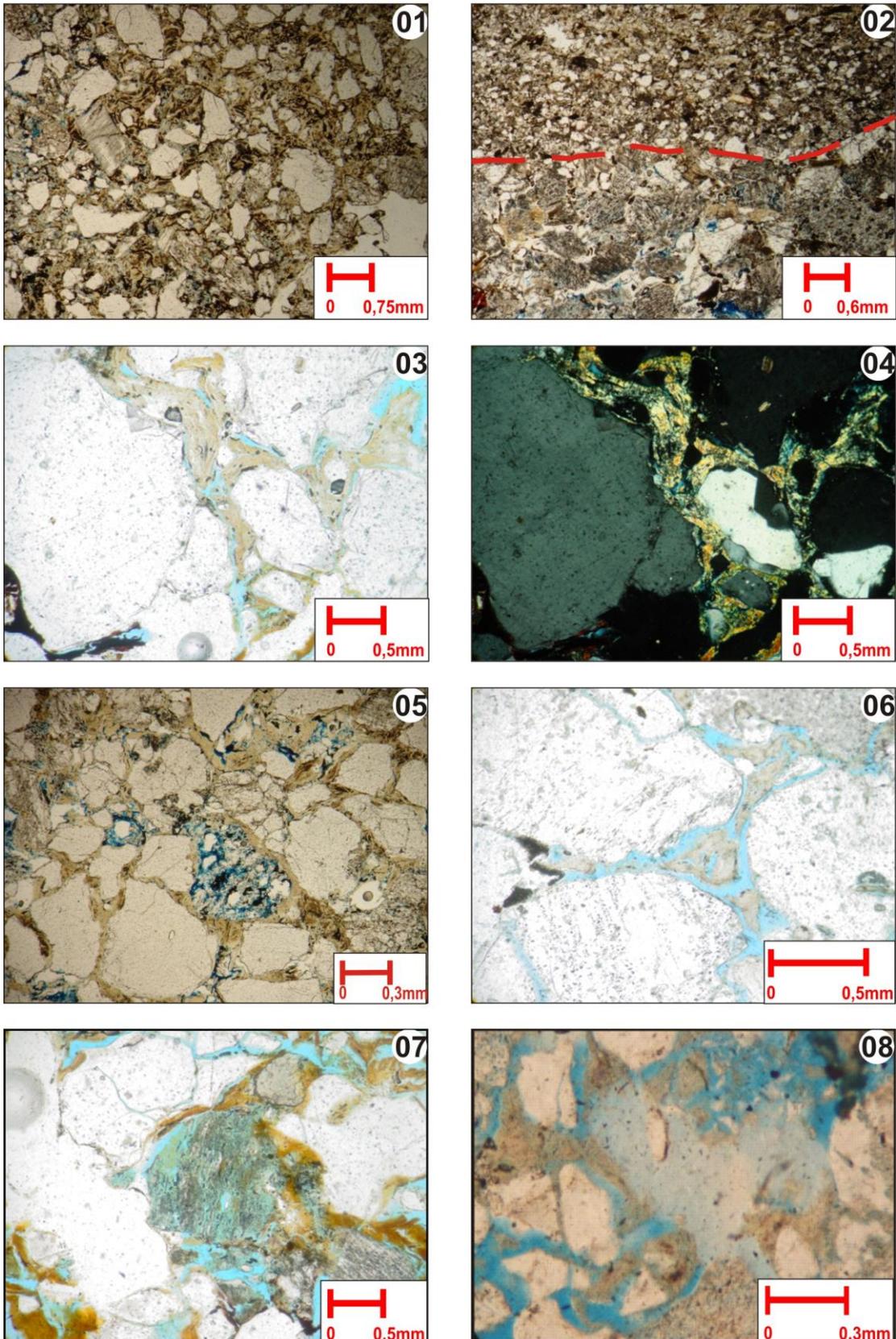
**Fotomicrografia 5** – Amostra RE-03, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): dissolução de feldspatos gerando porosidade secundária. Observa-se a presença de argila infiltrada, inclusive contornando grãos parcialmente dissolvidos - polarizadores em paralelo.

**Fotomicrografia 6** – Amostra RE-04, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): porosidade por encolhimento da epimatriz argilosa - polarizadores em paralelo.

**Fotomicrografia 7** – Amostra RE-04, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): dissolução de feldspato gerando argila e porosidade secundária - polarizadores em paralelo.

**Fotomicrografia 8** – Amostra RE-05, Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende): grãos “flutuantes”, resultantes da geração de porosidade secundária a partir da dissolução de feldspatos - polarizadores em paralelo.

PRANCHA C

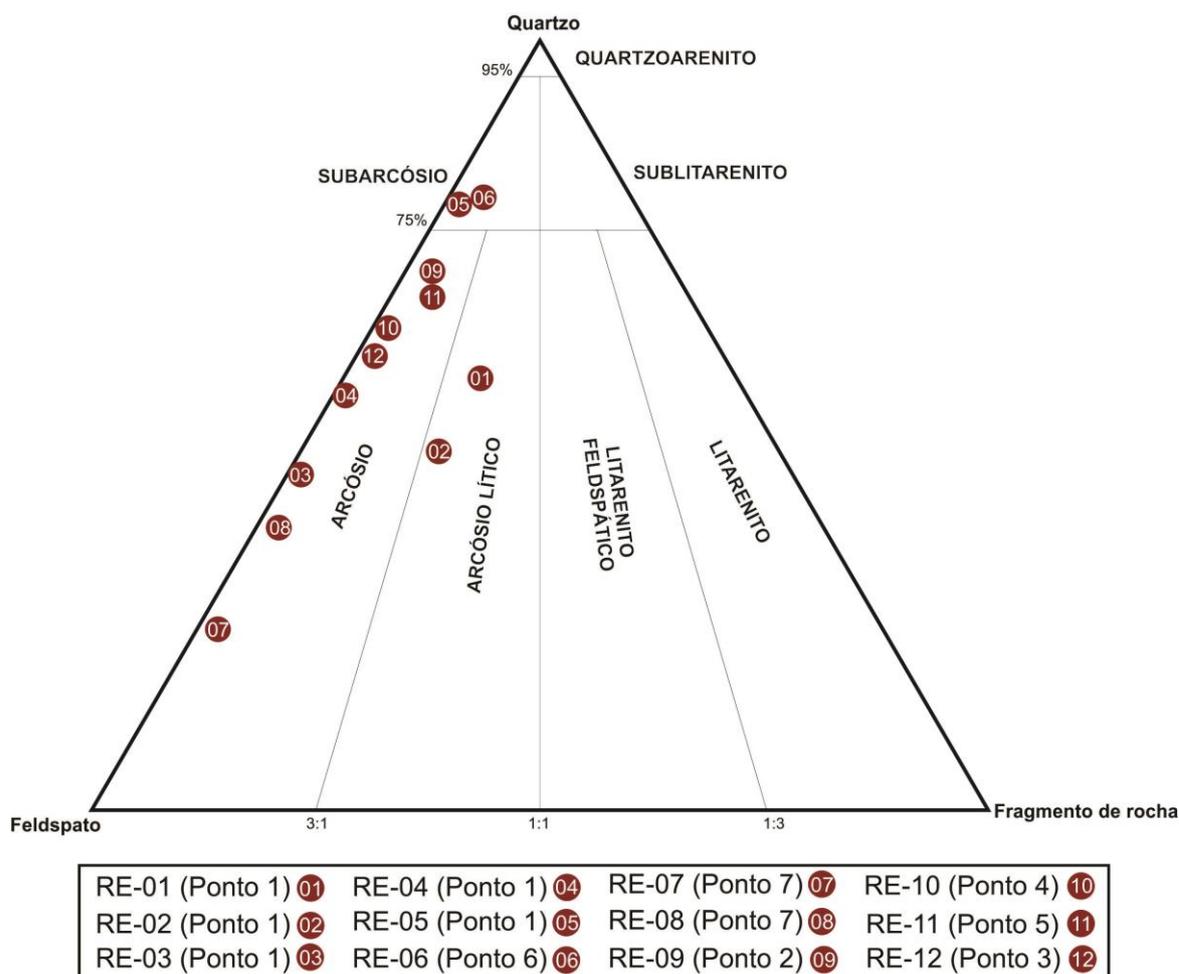


### Classificação Petrográfica

Os valores de quartzo total, feldspato total e litoclastos das amostras analisadas foram plotados em diagrama triangular de classificação (segundo Folk, 1980) - Figura 3. A maioria das amostras é classificada como arcósio. As amostras RE-01 e RE-02, coletadas no Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende), correspondem a arcósios líticos. A amostra RE-05, do Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende), e a amostra RE-06, do Ponto 6 (Seção Clube Náutico), correspondem a

subarcósios e apresentam valores superiores a 30% de matriz (Quadro 1), indicando a geração de argila a partir da dissolução dos grãos de feldspato.

Ressalta-se que a forte decomposição de grãos de feldspatos, evidenciada pela abundante presença de epimatriz argilosa nas rochas analisadas, pode mascarar a classificação destes arenitos pelo diagrama de Folk (1980), já que estes tenderiam a uma composição ainda mais feldspática, considerando-se a composição primária das rochas.

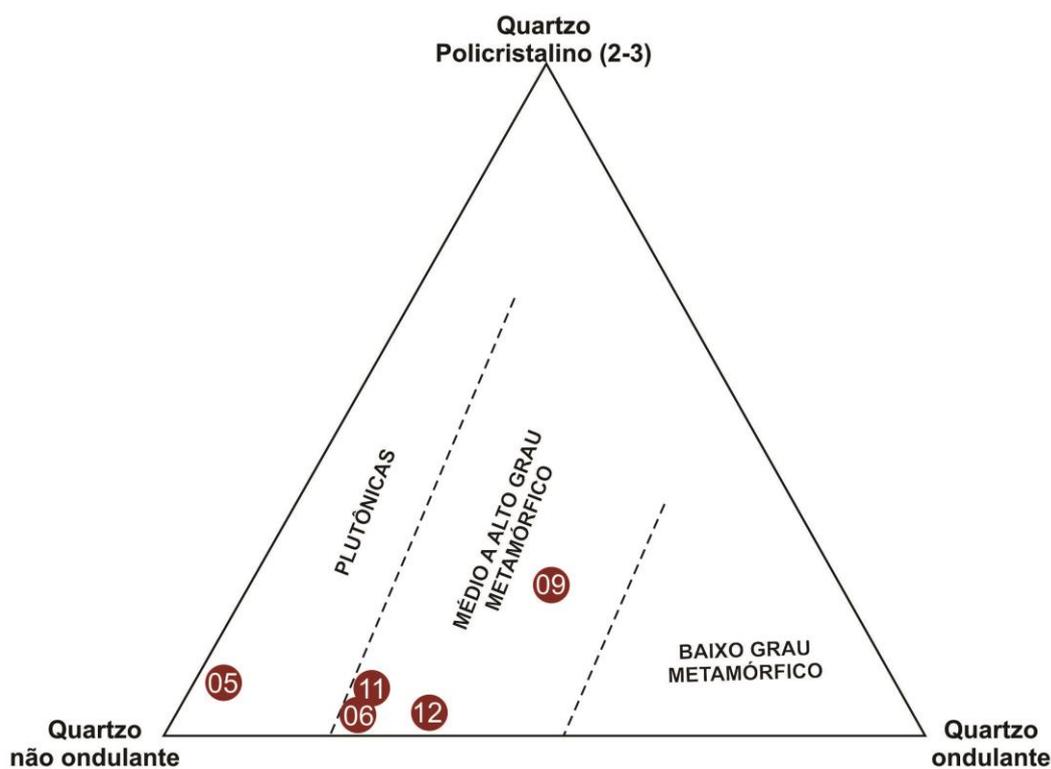
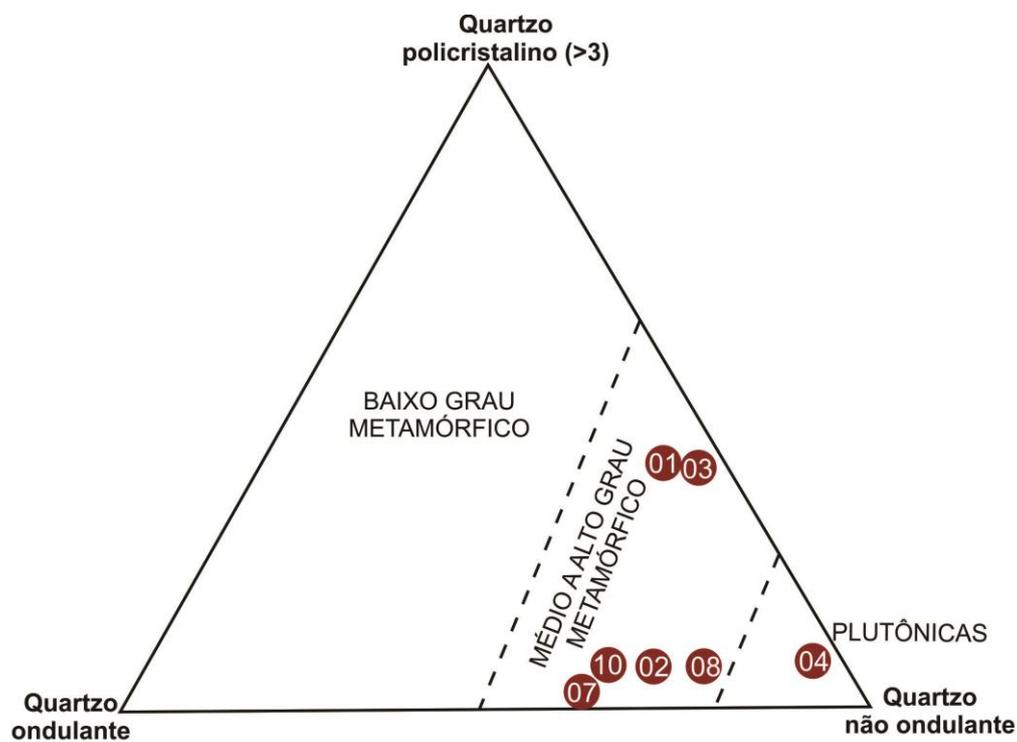


**Figura 3.** Classificação petrográfica dos arenitos da Formação Resende no diagrama triangular de Folk (1980).

### Proveniência

Com base nos diferentes tipos de quartzo encontrados nas rochas, as amostras

foram plotadas nos diagramas de proveniência de Basu *et al.* (1975) - Figura 4.



RE-01 (Ponto 1) 01	RE-04 (Ponto 1) 04	RE-07 (Ponto 7) 07	RE-10 (Ponto 4) 10
RE-02 (Ponto 1) 02	RE-05 (Ponto 1) 05	RE-08 (Ponto 7) 08	RE-11 (Ponto 5) 11
RE-03 (Ponto 1) 03	RE-06 (Ponto 6) 06	RE-09 (Ponto 2) 09	RE-12 (Ponto 3) 12

**Figura 4.** Diagramas triangulares de proveniência com base nos tipos de quartzo (Basu *et al.*, 1975), com a distribuição das amostras de arenitos da Formação Resende estudadas.

Observou-se a partir das concentrações relativas dos diferentes tipos de quartzo

encontrados que há uma mistura de rochas-fonte de médio a alto grau metamórfico e de

rochas plutônicas, estas com menor representatividade.

A Seção-tipo da Formação Resende (Ponto 1) exemplifica bem esta mistura de áreas-fonte, já que duas amostras (RE-04 e RE-05) plotaram no campo de proveniência plutônica e outras três amostras (RE-01, RE-02 e RE-03) no campo das rochas de médio a alto grau metamórfico. Reforçando a ideia de mistura de áreas-fonte, as amostras RE-01 e RE-02 (Ponto 1), indicadas no diagrama como de origem metamórfica, apresentam 10% em média de litoclastos plutônicos (Quadro 1). O Ponto 1 apresenta, ainda, altas concentrações de ortoclásio micropertítico (18% em média), indicando uma proveniência a partir das rochas alcalinas do maciço de Itatiaia.

Ainda com base nos tipos de quartzo, a amostra RE-09 (Ponto 2, Seção MOD-17) plotou no campo de proveniência de médio a alto grau metamórfico, porém a descrição do quartzo policristalino (com subgrãos não ondulantes e contatos hexagonais e não suturados) indica a proveniência plutônica deste mineral. Além disso, o feldspato mais abundante nesta rocha é o microclínio, que ocorre na granulometria de areia grossa e de maneira bem formada, sendo provavelmente de origem plutônica. Com isso, pode-se concluir que esta amostra, coletada na borda norte da bacia de Resende, também apresenta forte mistura de áreas-fonte, sugerindo que canais fluviais transportando detritos provenientes da borda sul, onde afloram os mais expressivos corpos granitoides na área, provavelmente alcançavam as proximidades da borda norte durante fases de maior subsidência da bacia.

A alta concentração de quartzo monocristalino não ondulado (em torno de 20%) e de microclínio e a presença de litoclastos plutônicos nas amostras RE-11 e RE-

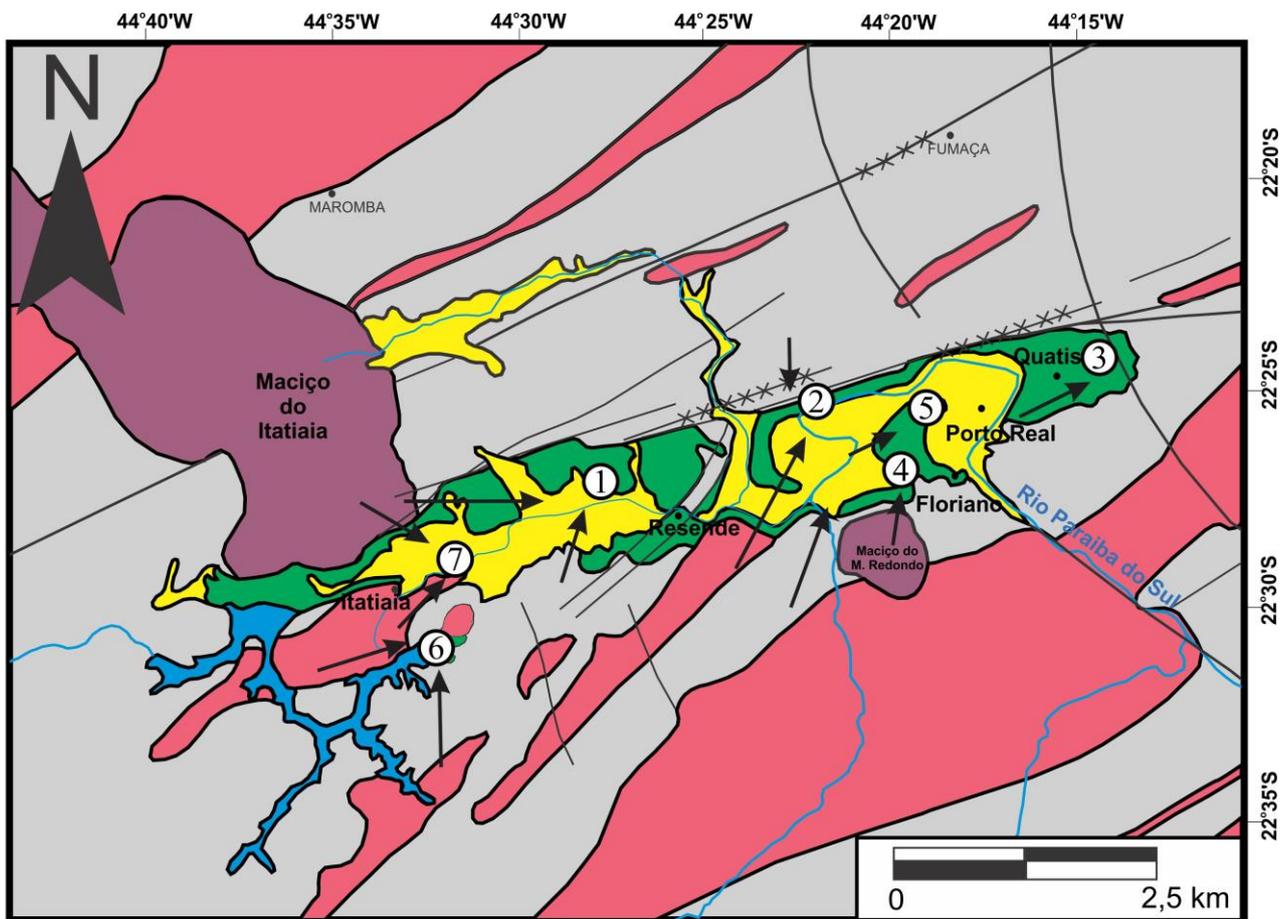
12, coletadas nos pontos 5 e 3 (Seção Ferrovia do Aço e Seção Guardian, respectivamente), também indicam uma forte influência de áreas compostas por rochas plutônicas.

A Seção Clube Náutico (Ponto 6) também apresenta alta concentração de quartzo monocristalino não ondulado (26%) e presença de litoclastos plutônicos graníticos (2%), sendo ortoclásio o único feldspato identificado. Estas características composicionais indicam uma forte contribuição de área-fonte plutônica granítica.

A amostra RE-10 (Ponto 4 - Seção Ponte dos Arcos), foi classificada como proveniente de rochas de médio a alto grau metamórfico com base nas relações entre os tipos de quartzo, porém a presença de ortoclásio micropertítico (8,6%) indica uma proveniência também alcalina, provavelmente do maciço do Morro Redondo. As concentrações de microclínio (6%) e de quartzo monocristalino não ondulado (19,3%) indicam uma área-fonte de rochas plutônicas graníticas na região a sul da bacia.

As amostras RE-07 e RE-08 (Ponto 7 - Seção Praça do Pedágio/Itatiaia) possuem características atípicas, já que a concentração de feldspato nestas rochas é bem superior à concentração de quartzo. Isso pode ser explicado pela proximidade com o maciço alcalino de Itatiaia. Quase a totalidade dos feldspatos presentes nessas rochas corresponde a ortoclásio micropertítico, proveniente de rochas alcalinas. Os grãos de quartzo podem ser provenientes de rochas de médio a alto grau metamórfico ou de rochas plutônicas, já que é abundante a concentração de quartzo monocristalino não ondulado.

As prováveis proveniências dos arenitos estudados estão representadas no mapa da Figura 5.



### Legenda:

- |  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span> Depósitos quaternários           | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightcoral; border:1px solid black;"></span> Suítes granitoides            | ● Sede municipal                      |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgreen; border:1px solid black;"></span> Depósitos paleogênicos       | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey; border:1px solid black;"></span> Rochas Metamórficas (Gnaisses) | — Principais falhamentos              |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightpurple; border:1px solid black;"></span> Rochas alcalinas cretácicas | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border-bottom:1px solid blue;"></span> Rede de drenagem                                     | xxxx Brechas tectônicas silicificadas |
|  |   | ➔ Provável proveniência               |

**Figura 5.** Mapa geológico (modificado de Ramos, 2003), com a localização dos afloramentos estudados e suas prováveis proveniências. 1- Seção-tipo da Formação Resende; 2- Seção MOD-17; 3- Seção Ferrovia do Aço; 4- Seção Ponte dos Arcos; 5- Seção Guardian; 6- Seção Clube Náutico; 7- Seção Praça do Pedágio/Itatiaia.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os arenitos da Formação Resende apresentam baixa maturidade textural e composicional, evidenciadas pela alta angulosidade, pobre seleção dos grãos e pela composição arcossiana. Isso indica a proximidade das áreas-fonte, além de rápida deposição em uma bacia com elevada taxa de subsidência.

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

Os dados de proveniência obtidos a partir da análise de amostras de arenitos fluviais indicam uma mistura de áreas-fonte. Tais arenitos são provenientes de rochas de médio a alto grau metamórfico, com forte contribuição de áreas compostas por rochas plutônicas graníticas, aflorantes principalmente no embasamento a sul da bacia de Resende, bem como de detritos derivados dos maciços alcalinos do Itatiaia e do Morro Redondo.

Quanto ao modelo deposicional, pode-se afirmar que os sistemas de drenagens provenientes da borda sul da bacia constituíram a mais importante fonte para a sua

sedimentação, sendo a borda norte uma área-fonte de menor importância, conforme já discutido por Ramos (1997; 2003) e Garcindo (2009).

Quanto à capacidade permoporosa destes depósitos, a porosidade total obtida é, em média, de 17%, sendo superior a 20% no Ponto 1 (Seção-tipo da Formação Resende) e no Ponto 3 (Seção Ferrovia do Aço), e inferior a 10% no Ponto 6 (Seção Clube Náutico) e no Ponto 7 (Seção Praça do Pedágio/Itatiaia). O processo de dissolução dos grãos de feldspatos promove a geração de epimatriz argilosa, que causa a obliteração da porosidade primária intergranular, mas também leva à geração de

porosidade secundária, de maior abundância nas amostras analisadas (por dissolução parcial, móldica e por encolhimento da epimatriz).

Apesar da boa porosidade, a baixa conectividade entre os poros (porosidade secundária) pode indicar uma baixa permeabilidade, o que foi comprovado em estudos realizados por Barboza (2009), sugerindo a influência de fraturas nos casos em que os valores de vazão e capacidade específica são mais elevados. Esta associação foi observada por Albuquerque (2001), o que indica uma importante participação de estruturas neotectônicas controlando os melhores indicadores hidrogeológicos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPERJ e ao CNPq pelo apoio financeiro concedido a este estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, A.P.B. **Análise dos Padrões de Fraturamento Neotectônico e a sua Possível Aplicação na Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar de Resende (RJ)**. Rio de Janeiro, 2001. 61 p. Monografia (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
2. ALBUQUERQUE, A.P.B. **Tectônica Deformadora Cenozóica na Bacia Sedimentar de Resende (Rift Continental do Sudeste do Brasil)**. Rio de Janeiro, 2004. 126p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
3. AMADOR, E.S. Estratigrafia e Sedimentação na Bacia de Resende - RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências (Suplemento)**, v. 47, p. 181-223. 1975.
4. BARBOZA, A.C.L. **Integração de Análises Sedimentológicas e Hidrogeológicas como Base para Caracterização da Formação Resende (Bacia de Resende, RJ) como Reservatório**. Rio de Janeiro, 2009. 89 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
5. BASU, A.; YOUNG, S.W.; SUTTNER, L.J.; JAMES, W.C. & MACK, G.H. Re-evaluation of the Use of Undulatory Extinction and Polycrystallinity in Detrital Quartz for Provenance Interpretation. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.45, n.4, p. 873-882. 1975.
6. BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Texto, Mapas e SIG**. Brasília: CPRM (Serviço Geológico do Brasil), CD-ROM, 2003.
7. BOGGS, S. Jr. Sedimentary Textures. In: BOGGS, S. Jr., **Petrology of Sedimentary Rocks**. Nova York: Cambridge University Press, p.21-62, 2009.
8. CASTRO, F.G. **Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica da Bacia Sedimentar de Resende (RJ)**. Rio de Janeiro, 2000. 130p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
9. DICKINSON, W.R. Interpreting Detrital Modes of Greywacke and Arkose. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.40, n.2, p. 695-707. 1970.
10. FOLK, R.L. **Petrology of Sedimentary Rocks**. Austin: Hemphil Publ. Co, 184p., 1980.
11. GARCINDO, L.B. **Análise Paleopedológica da Formação Resende nas Bacias de Resende e Volta Redonda e suas Implicações Paleodeposicionais e Estratigráficas**. Rio de Janeiro, 2009. 218 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
12. HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, B.B. (orgs.), **Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, p. 203-235, 2004.
13. MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. Sedimentação e Tectônica da Bacia de Resende - RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 57, n.4, p.467-479. 1985.
14. POWERS, M.C. A new roundness scale for sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.230, n.2, p. 117-119. 1953.
15. 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**. Rio de Janeiro, 1997. 208 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
16. RAMOS, R.R.C. **Sistemas Aluviais Terciários da Bacia de Resende, Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Análise de Fácies e Revisão Estratigráfica**. Rio de Janeiro, 2003. 221 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
17. RAMOS, R.R.C. & ANDREIS, R.R. As Diferenças Composicionais entre os Arenitos Fluviais Terciários da Bacia de Resende (RJ) e Interpretação das Áreas de procedência dos Detritos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA,

- 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Geologia, 1998, p. 71.
18. RAMOS, R.R.C.; MELLO, C.L.; SANSON, M.S.R. Bacia de Resende. **Fundação Paleontológica Phoenix**, v.76, p.1 - 6, 2005a.
19. RAMOS, R.R.C.; MELLO, C.L.; SANSON, M.S.R. Caracterização do Preenchimento Sedimentar da Parte Central da Bacia de Resende (RJ) através da Análise Petrográfica de Arenitos da Formação Resende. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 9, 2005, Niterói. **Boletim de Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005b, p. 39.
20. RAMOS, R.R.C.; MELLO, C.L.; SANSON, M.S.R. Revisão Estratigráfica da Bacia de Resende, *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, Rio de Janeiro. **Geociências**, v.25, n.1, p.59-69. 2006.
21. RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. São Paulo, 1989. 256p. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo.
22. RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. Evolução Geológica do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, B.B. (orgs.), **Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, p. 383-405, 2004.
23. SILVA, L.C. & CUNHA, H.C.S. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e DRM-RJ (Departamento de Recursos Minerais), 88p, 2001.
24. WENTWORTH, C.K. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.30, p.377-392, 1922.
25. ZUFFA, G.G. Optical Analyses of Arenites: Influence of Methodology on Compositional Results. In: ZUFFA, G.G., **Provenance of Arenites**. Cosenza: D. Reidel Publishing Company (NATO ASI series. Series C-Mathematical and physical sciences, v.148), p.165-189, 1984.

*Manuscrito recebido em: 05 de abril de 2013*

*Revisado e Aceito em: 16 de julho de 2013*