



**Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Departamento de Geologia**

Karina Lobato Favacho de Freitas

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DA FORMAÇÃO BARREIRAS EM
AFLORAMENTOS NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

Trabalho Final de Curso (Geologia)

**UFRJ
Rio de Janeiro
2008**



UFRJ

Karina Lobato Favacho de Freitas

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DA FORMAÇÃO BARREIRAS EM
AFLORAMENTOS NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia,
Instituto de Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário
para obtenção do grau em Geologia.

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

Co-orientador:

Prof. Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos

Rio de Janeiro
Março de 2008

Freitas, Karina Lobato Favacho de.

Caracterização petrográfica da Formação Barreiras em afloramentos na região norte do Espírito Santo / Karina Lobato Favacho de Freitas - Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Geociências, 2008.

26 p.: il.

Orientador: Claudio Limeira Mello; co-orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos.

Trabalho final de curso: Graduação em Geologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia

1. Caracterização petrográfica. 2. Formação Barreiras. I. Título. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CDD: 552.5

Karina Lobato Favacho de Freitas

**Caracterização petrográfica da Formação Barreiras em afloramentos na região norte do
Espírito Santo**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia,
Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de
Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do
grau em Geologia.

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Limeira Mello (IGEO/UFRJ)

Co-orientador:

Prof. Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos (MN/UFRJ)

Aprovada em: 31 de março de 2008.

Por:

Orientador: Claudio Limeira Mello, IGEO/UFRJ

Co-orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos, Museu Nacional/UFRJ

Claudio Gerheim Porto, IGEO/UFRJ

Rute Maria Oliveira de Moraes, PETROBRAS

Dedico este trabalho à minha mãe Jacirema L. Favacho, às minhas tias Ana Lobato, Ivone Naia, Eliana Favacho, Rosana Favacho e Vera Favacho (*in memorian*), e a meu tio Antônio Naia, por eles terem me dado amor e uma grande formação de caráter e ser humano. A meu grande amor e amigo Paulo H. M. de Freitas, por ter me proporcionado todas as condições possíveis para me dedicar exclusivamente aos meus estudos universitários. Aos meus avós, Maria das Mercês Lobato (*in memorian*) e Orlando Rodrigues Favacho (*in memorian*). Tios, primos, primas e a todos aqueles que torceram e torcem pela minha vitória.

Agradecimentos

Ao grande amigo *Professor Orientador Dr. Claudio Limeira Mello*, com quem tive a grande honra de conviver nos dois últimos anos acadêmicos e apreciar sua dedicação, compreensão, paciência, amizade e disciplina, nos mostrando a importância do trabalho em grupo. Obrigada por ter me aceitado e ter me permitido conhecer e conviver em seu grupo de pesquisa.

Ao *Professor Orientador Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos*, do Museu Nacional/UFRJ, por ter me orientado na descrição das lâminas e ter feito a correção deste presente trabalho.

Ao *Professor André Ribeiro*, por permitir o uso do microscópio em sua sala de pesquisa e pela ajuda na solução de dúvidas surgidas durante este trabalho. Ao *Professor Aristóteles Rios-Netto*, do Laboratório de Micropaleontologia/UFRJ, por permitir o uso do microscópio para fotografar as lâminas estudadas.

À geóloga Dra. Rute Maria Oliveira de Moraes, por ter gentilmente cedido algumas figuras utilizadas neste trabalho.

Ao Sr. Tarcísio Raymundo de Abreu, do Laboratório de Laminação/UFRJ, pela confecção das lâminas petrográficas. Ao Sr. Roberto Gomes da Silva, do Laboratório de Sedimentologia/UFRJ, pela ajuda nas análises granulométricas.

À grande amiga e geóloga *Carolina Ribeiro*, pela ajuda, paciência e compreensão nas muitas vezes em que necessitei para a realização deste trabalho, e por todos os momentos em que parou suas tarefas para me auxiliar. Sem ela não teria conseguido fazer muitas coisas deste trabalho. Ao colega *Daniel Bruno Oliveira*, pela ajuda na confecção dos mapas e auxílio na utilização de programas computacionais.

Agradeço também aos colegas e amigos integrantes do grupo de pesquisa CLM, que dividiram momentos de alegria e desespero, na sala J2-023, mas que marcaram para sempre na minha vida pelo companheirismo, amizade e principalmente pelo compromisso de aprender e produzir ciência.

Aos amigos de faculdade *Clarissa Bomfim, Kelly Cristine, Maura Renata, Raquel Fonseca, Jucélia Seixas, Igor Lima, Sérgio Ferreira*, e aos demais colegas que compartilharam comigo grandes momentos de estudo, amizade e diversão, ensinando-me que na vida cada um possui a sua individualidade e que é preciso respeitá-las para uma melhor convivência.

E, principalmente, a DEUS, por ter me dado a oportunidade de ingressar ao nível superior e me concedido o privilégio de compartilhar tamanha experiência ao frequentar o curso de Geologia, e nunca ter me abandonado nos momentos de dor e desespero.

Resumo

FREITAS, Karina Lobato Favacho. **Caracterização petrográfica da Formação Barreiras em afloramentos na região norte do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, 2008, 26 p. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Na região norte do estado do Espírito Santo, há uma extensa cobertura sedimentar terciária relacionada aos depósitos da Formação Barreiras (Mioceno-Plioceno), unidade estratigráfica que se distribui ao longo da costa brasileira desde o Rio de Janeiro até o Amapá. Na área de estudo, esta unidade é composta por sedimentos arenosos e argilosos, relacionados a uma sedimentação de rios entrelaçados. O presente trabalho teve por objetivo analisar petrograficamente arenitos e conglomerados da Formação Barreiras aflorantes na região, como forma de contribuir para uma melhor caracterização desta unidade. Para este estudo, foram selecionados dois afloramentos: Nova Venécia II, corte de estrada na rodovia ES-381, km 17, entre as cidades de São Mateus e Nova Venécia; e Pedro Canário II, corte de estrada localizado no km 18 da BR-101, próximo à cidade de Pedro Canário. Foram descritas, em amostras de mão e lâminas delgadas, três amostras referentes a arenitos maciços, uma de conglomerado maciço, e duas amostras de conglomerados com estratificações cruzadas. Os resultados obtidos apontam para: i) arcabouço composto predominantemente por grãos de quartzo; ii) percentual significativo de matriz argilosa introduzida em grande parte dos poros primários, resultante da alteração dos grãos de feldspato do arcabouço; iii) cimentação por óxidos de ferro.

Palavras-chave: Bacia do Espírito Santo, Formação Barreiras; Petrografia.

Abstract

FREITAS, Karina Lobato Favacho de. **Caracterização petrográfica da Formação Barreiras na região norte do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, Ano. 2008, 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

At the northern part of the state of Espírito Santo (Southeastern Brazil), there is an extensive sedimentary cover related to Tertiary deposits of Barreiras Formation (Miocene-Pliocene), which represents a stratigraphic unit with wide distribution along the Brazilian coast, from Rio de Janeiro to Amapá. In the study area, this unit is composed by sandy and clayey sediments, related to braided river deposition, according to previous studies. The present study aims to perform a petrographic analysis of sandstones and conglomerates of Barreiras Formation deposits that outcrop in the northern Espírito Santo, in order to contribute to a better characterization of this unit. For this study, we selected two outcrops: Nova Venécia II, at the km 17 of the ES-381 road, between São Mateus e Nova Venécia, and Pedro Canário II, at the km 18 of the BR-101 road, near the city of Pedro Canário. Three samples of massive sandstones, one sample of massive conglomerate, and two samples of cross-stratified conglomerates were analyzed in macro and micro scale. The main results point to: i) a framework composed predominantly by grains of quartz, ii) a significant percentage of clay matrix introduced in most of the primary pores, resulting from the weathering of feldspar grains of the framework; and iii) a cementation by iron oxides.

Key-Words: Espírito Santo Basin; Barreiras Formation; Petrography.

Lista de figuras

- Figura 1 - Mapa de localização dos afloramentos estudados: (1) seção Nova Venécia II e (2) seção Pedro Canário II. Base cartográfica: www.achetudoeregiao.com.br/ES/ES.GIF/es.jpg (acesso em 29/02/2008). 2
- Figura 2 - Mapa geológico da área de estudo: 1- Seção Nova Venécia II; 2- Seção Pedro Canário II. Fonte: modificado de Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), <http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php> (acesso em 11/02/2008). Foi incluída na legenda a Formação Rio Doce, em associação com a Formação Barreiras 3
- Figura 3 – Coluna estratigráfica da bacia do Espírito Santo (Vieira *et al*, 1994). www.stratigraphy.org/cheu.pdf (acesso em 29/01/2008). 7
- Figura 4 - Estrutura de depósitos da Formação Pedro Canário, segundo Amador (1982, modificado por Morais, 2007), capeados por sedimentos indiferenciados do “Barreiras Superior” em corte na rodovia BR-101, na região dos rios Mucuri e Itaúnas, norte do Espírito Santo..... 8
- Figura 5 - Perfis faciológicos das seções Nova Venécia II e Pedro Canário II (Morais, 2007). 12
- Figura 6 – Fotografias das amostras de mão estudadas da seção Nova Venécia II: (A) amostra 1 – arenito de cor avermelhada; (B) amostra 2 - arenito de coloração amarelada, mosqueada, com seixos. 15
- Figura 7 – Classificação das amostras estudadas da seção Nova Venécia II, segundo o diagrama triangular de classificação de rochas sedimentares de Folk (1980). 16
- Figura 8 - Histograma com a percentagem em peso das classes granulométricas identificadas nas amostras estudadas da seção Nova Venécia II. 16
- Figura 9 – Diagramas de barras representativo da relação cascalho:areia:lama nas amostras estudadas da seção Nova Venécia II. 16
- Figura 10 – Fotomicrografias das lâminas: (A) amostra 2 (nicóis cruzados) - destacando tingimento da matriz por óxido de ferro; (B) amostra 2 (nicóis cruzados) - detalhe para o grão de mica; (C) amostra 1 (nicóis paralelos) - destacando os grãos de quartzo angulosos a subangulosos e abundante matriz, tingida por óxido de ferro; (D) amostra 1 (nicóis cruzados) - detalhe para grão de zircão idiomórfico, um dos principais minerais acessórios. 17
- Figura 11 - Classificação das amostras estudadas da seção Nova Venécia II, segundo o diagrama triangular de Dott (1964). 18
- Figura 12 – Fotografias das amostras de mão estudadas da seção Pedro Canário II: (A) amostra 3 - arenito esbranquiçado, com grânulos e seixos; (B) amostra 4 - arenito esbranquiçado, com manchas de oxidação e alta concentração de feldspato caulinizado; (C) amostra 5 - arenito amarelado, bastante oxidado, com grânulos e seixos; (D) amostra 6 - arenito rosado. 19

Figura 13 - Classificação das amostras estudadas da seção Pedro Canário II, segundo o diagrama triangular de classificação de rochas sedimentares de Folk (1980).....	20
Figura 14 – Histograma com a percentagem em peso das classes granulométricas identificadas nas amostras estudadas da seção Pedro Canário II.....	21
Figura 15 – Diagramas de barras representativo da relação cascalho:areia:lama nas amostras estudadas da seção Pedro Canário II.....	21
Figura 16 – Fotomicrografias: (A) amostra 3 (nicóis cruzados) - destaca-se a baixa circularidade e o contato pontual; (B) amostra 4 (nicóis paralelos) – destaca-se o elevado percentual de matriz argilosa preenchendo a porosidade intergranular; (C) amostra 5: C1(nicóis cruzados) e C2 (nicóis paralelos) - destaca-se a cimentação por óxido/hidróxido de ferro; (D) amostra 6: D1 (nicóis cruzados) e D2 (nicóis paralelos) – destaca-se o baixo selecionamento dos grãos do arcabouço.	22
Figura 17 - Classificação das amostras estudadas da seção Pedro Canário II, segundo o diagrama triangular de Dott (1964).....	23

Lista de tabela

Tabela 1 – Código, características e interpretação das fácies sedimentares identificadas por Morais (2007).....	13
Tabela 2 – Tabela de dados petrográficos, recalculados para percentuais de rocha total	18
Tabela 3 – Tabela de dados petrográficos, recalculados para percentuais de rocha total.	23

Sumário

<i>Agradecimentos</i>	<i>iv</i>
<i>Resumo</i>	<i>v</i>
<i>Abstract</i>	<i>vi</i>
<i>Lista de figuras</i>	<i>vii</i>
1-Introdução	1
2 - Área de estudo	2
2.1 - Localização	2
2.2 - Geologia Regional	3
2.2.1 - Rochas pré-cambrianas	4
Complexo Paraíba do Sul	4
Complexo Medina	4
Suíte Intrusiva Aimorés	5
2.2.2 - Rochas mesozóicas	5
2.2.3 – Sedimentação Terciária	6
Formação Rio Doce	6
Formação Barreiras	6
2.2.4 - Sedimentação Quaternária	10
3 - Metodologia	11
4 – Resultados	12
4.1 – Descrição dos perfis	13
4.2 – Características petrográficas	14
4.2.1 – Seção Nova Venécia II	15
4.2.2 – Seção Pedro Canário II	18
5 – Conclusões	24
Referências Bibliográficas	26

1-Introdução

Na porção emersa da bacia do Espírito Santo, na região norte deste estado, há uma extensa cobertura sedimentar terciária relacionada aos depósitos da Formação Barreiras, unidade estratigráfica que se distribui ao longo da costa brasileira desde o Rio de Janeiro até o Amapá (Suguio & Nogueira, 1999). Na área de estudo, esta unidade é composta por sedimentos arenosos e argilosos, relacionados a uma sedimentação de rios entrelaçados, segundo os estudos realizados por Morais (2007).

A maioria dos trabalhos realizados sobre a Formação Barreiras refere-se às regiões norte e nordeste do Brasil, enquanto que na região sudeste poucos estudos foram desenvolvidos. No estado do Espírito Santo, antes dos estudos realizados por Morais (2007), haviam sido desenvolvidos estudos por Amador & Dias (1978), Amador (1982) e Tamara (1995).

O reduzido número de trabalhos realizados sobre o Terciário na área emersa da bacia do Espírito Santo motivou a realização deste trabalho, que teve como objetivo analisar petrograficamente arenitos e conglomerados da Formação Barreiras aflorantes na região norte do estado do Espírito Santo, como forma de contribuir para uma melhor caracterização desta unidade.

2 - Área de estudo

2.1 - Localização

Para este estudo, foram selecionados dois afloramentos, anteriormente descritos por Moraes (2007) com relação a suas fácies sedimentares: seção Nova Venécia II, corte de estrada na rodovia ES-381, entre as cidades de São Mateus e Nova Venécia, a cerca de 17km da cidade de Nova Venécia; e seção Pedro Canário II, corte de estrada localizado no km 18 da BR-101, próximo à cidade de Pedro Canário (Figura 1).

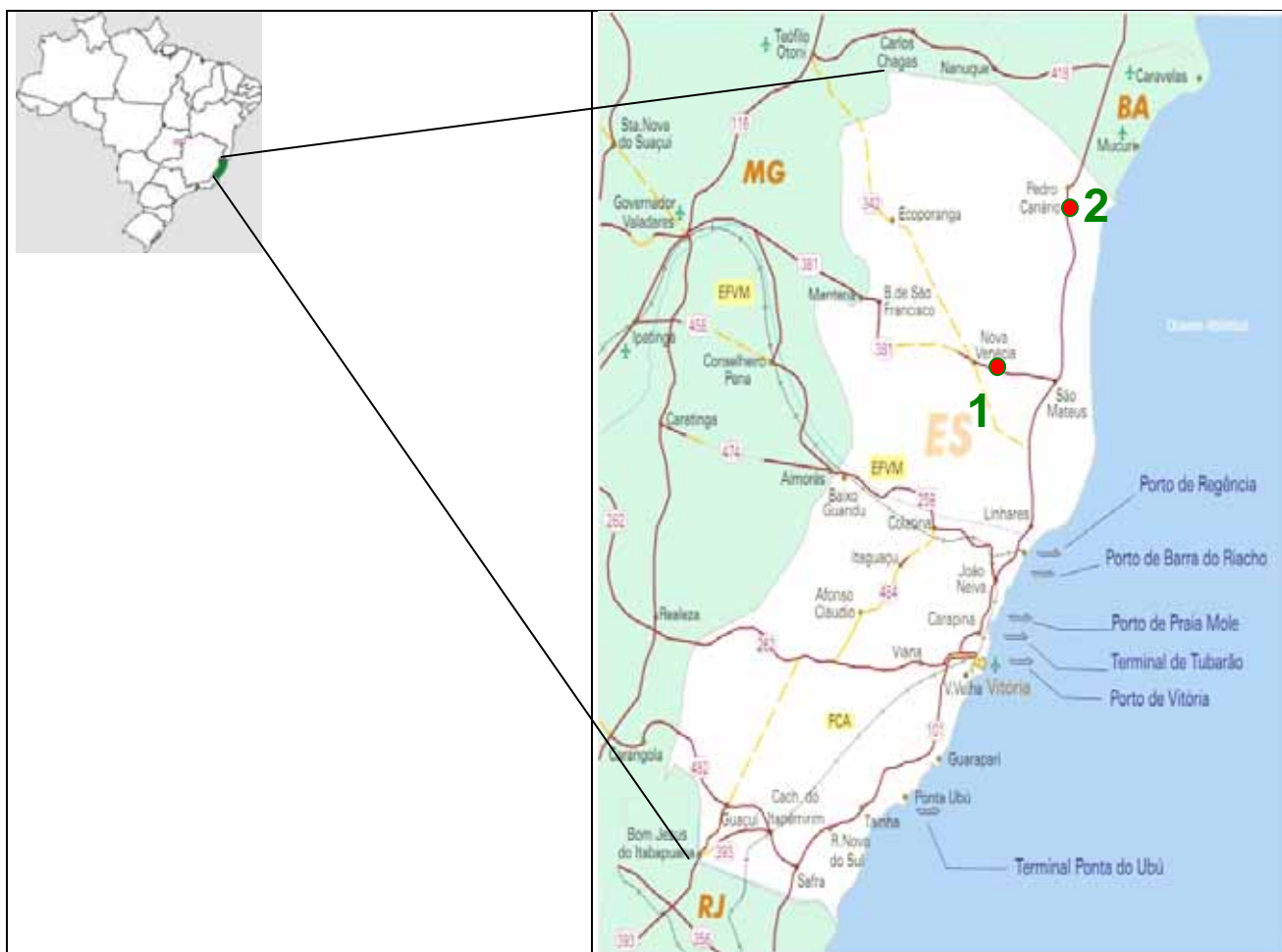


Figura 1 - Mapa de localização dos afloramentos estudados: (1) seção Nova Venécia II e (2) seção Pedro Canário II. Base cartográfica: www.achetudoeregiao.com.br/ES/ES.GIF/es.jpg (acesso em 29/02/2008).

2.2 - Geologia Regional

A geologia da área estudada apresenta três domínios principais (Figura 2): i) embasamento pré-cambriano, composto por rochas ígneas e metamórficas (Complexo Paraíba do Sul, Complexo Nova Venécia, Suíte Intrusiva Aimorés e Complexo Medina), que ocupa, em geral, a região central e oeste do estado, ocorrendo ainda na região litorânea a sul de Vitória; ii) sedimentos terciários, que são representados pelos depósitos das formações Rio Doce e Barreiras, distribuídos ao longo do litoral, ocupando uma expressiva faixa em direção ao interior da região norte do estado, embora a Formação Rio Doce não esteja representada nos mapas geológicos disponíveis; e iii) sedimentos marinhos e continentais quaternários.

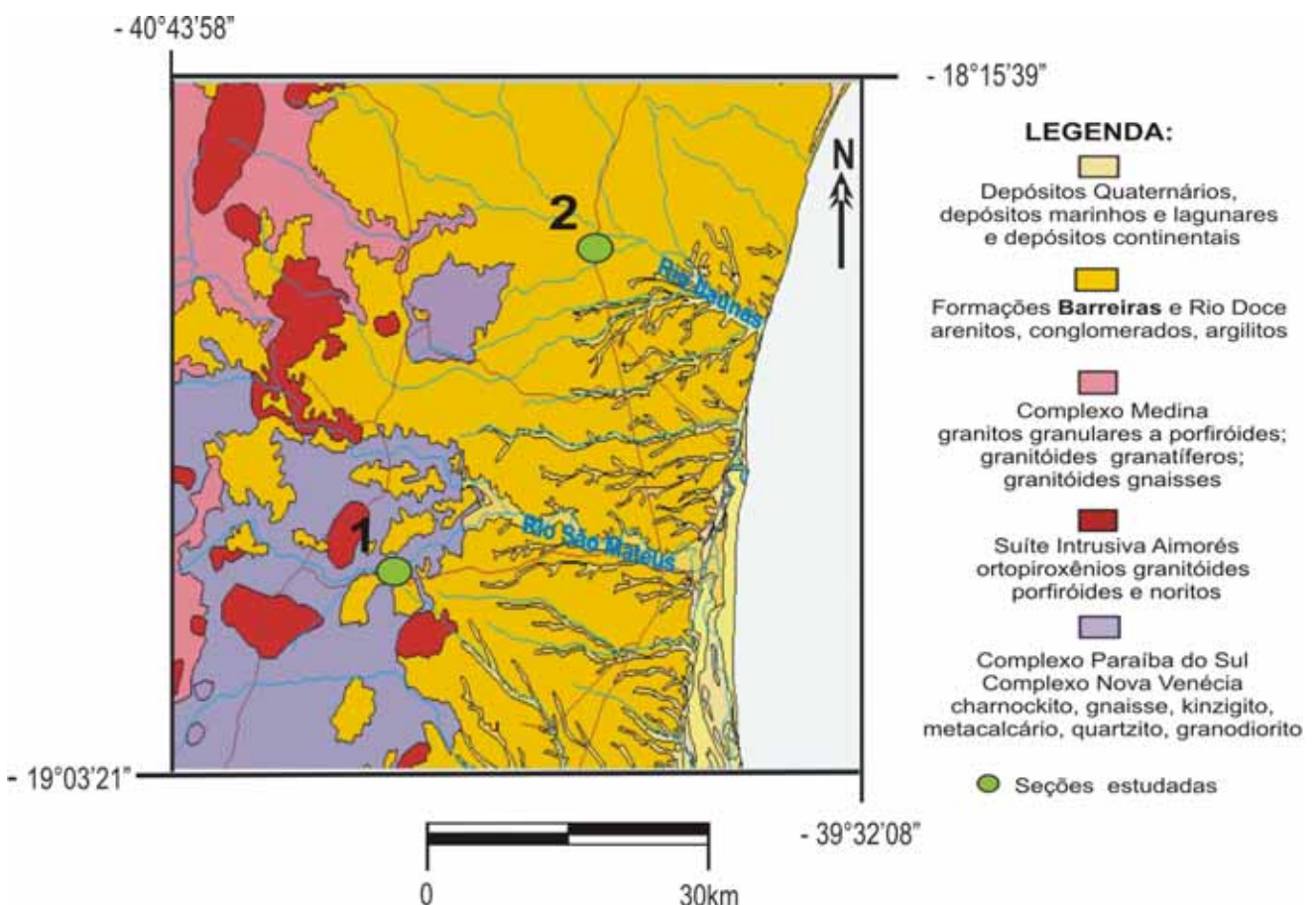


Figura 2 - Mapa geológico da área de estudo: 1- Seção Nova Venécia II; 2- Seção Pedro Canário II. Fonte: modificado de Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), <http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php> (acesso em 11/02/2008). Foi incluída na legenda a Formação Rio Doce, em associação com a Formação Barreiras

2.2.1 - Rochas pré-cambrianas

As principais unidades geológicas pré-cambrianas que afloram na área serão descritas tendo como base o mapa geológico elaborado pelo PROJETO RADAMBRASIL, na escala 1:1.000.000, folha Rio Doce (Silva *et al.*, 1987).

Complexo Paraíba do Sul

São as rochas mais antigas e litologicamente são compostas por metatexitos, cujos paleossomas são representados por biotita e ou hornblenda-granada gnaisses e gnaisses kinzigíticos, com pequenas intercalações de rochas calciossilicatadas, mármore, quartzitos e anfibolitos. Os neossomas possuem composição variada, de quartzo-feldspática, amiúde granítica e granodiorítica.

Observa-se, na maioria dos afloramentos, a natureza mista das rochas deste complexo, ocorrendo leitões ou veios individualizados claros, de granulação média a grossa e composição predominantemente quartzo-feldspática, e leitões escuros, foliados, com estrutura xistosa ou gnáissica. Atribui-se uma idade relacionada ao Ciclo Transamazônico, retrabalhado, posteriormente, no Ciclo Brasileiro.

Complexo Medina

Na área de estudo, esta unidade é constituída por granitos granulares a porfiróides, compostos mineralogicamente por feldspato, quartzo e biotita (o feldspato é o mineral predominante, de cor cinza-claro a rósea, granulação grosseira ou em forma de megacristais retangulares); granitóides granatíferos de granulação média a grosseira, freqüentemente gnaissificada (constituídos por feldspato, quartzo e biotita, tendo granada como acessório muito freqüente e raramente sillimanita e sericita como minerais secundários); e granitóides gnaisses com lentes centimétricas melanocráticas de granulação fina (constituídos por biotita, quartzo e feldspato, exibindo estrutura xistosa ou gnáissica e outras partes escuras, mas sem contornos definidos, compostas por níveis ricos em biotita que representam restitos). Representam extensos batólitos sin a tarditectônicos em relação ao Ciclo Brasileiro.

Suíte Intrusiva Aimorés

Corresponde a uma associação de ortopiroxênios granitóides porfiróides e noritos, podendo ser encontrados na forma de batólitos e *stocks*. Sua composição varia de granítica-tonalítica a norítica, com granulação grossa, presença de megacristais de feldspatos, às vezes esverdeados, estrutura maciça ou com foliação cataclástica.

Estas rochas são consideradas sin a tarditectônicas em relação ao Ciclo Brasileiro, devido a uma aparente disposição elíptica concordante com a foliação regional, enclaves xenolíticos, além de ocorrência restrita de foliação nestas rochas.

2.2.2 - Rochas mesozóicas

Litologicamente, são compostas por diabásio de granulação fina a média e gabros, melanocráticos, com texturas ofíticas e intergranular. São rochas que fazem parte da Suíte Intrusiva Fundão (Silva *et al.*, 1987). Sua ocorrência é em forma de diques básicos, alinhados segundo as principais direções estruturais regionais. Estes diques concentram-se, preferencialmente, em faixas com direção NNW-SSE. Estas faixas são caracterizadas como uma zona de reativação de faixa de cisalhamento pré-cambriana, denominada pelo RADAMBRASIL (Silva *et al.*, 1987) como Alinhamento Vitória-Ecoporanga.

Novais *et al.* (2004), através do reconhecimento tectono-estrutural da Faixa Colatina entre as cidades de Vitória (ES) e Nova Venécia (ES), correlacionaram os diques de diabásio identificados às seqüências vulcânicas da Formação Cabiúnas das bacias de Campos e do Espírito Santo. O arcabouço estrutural está condicionado por estruturas herdadas de unidades geotectônicas do embasamento pré-cambriano.

2.2.3 – Sedimentação Terciária

A sedimentação terciária na área de estudo é representada pelos depósitos da Formação Barreiras, amplamente distribuídos na porção emersa da bacia do Espírito Santo (Figura 3), e Formação Rio Doce, com ocorrência restrita particularmente no norte do Espírito Santo, porém sem registro nos mapas geológicos regionais.

Formação Rio Doce

A Formação Rio Doce é constituída por arenitos médios a muito grossos, quartzosos, feldspáticos, mal selecionados, maciços ou com estratificação cruzada, pouco lamosos e silicificados, com intercalação de argilitos cinza-esverdeados (Morais, 2007). Apresenta contato inferior gradacional com as formações Urucutuca e Caravelas, ou discordante com as formações Regência, São Mateus, Mariricu e até mesmo com o embasamento. O contato superior é discordante com os clásticos da Formação Barreiras e com os sedimentos aluviais quaternários. Esta unidade apresenta idade do Eoceno ao final do Mioceno (Vieira *et al.*, 1994).

Formação Barreiras

A Formação Barreiras, aflorante em todo o litoral do Espírito Santo, encontra-se no topo da coluna estratigráfica da bacia do Espírito Santo (Figura 3) e é constituída, predominantemente, de arenitos quartzosos, caulíníticos (feldspato alterado), por vez maciços e com estratificações, intercalados a lamitos. São depósitos bastante ferruginizados, de cores variadas (vermelho ao alaranjado). São interpretados como depósitos de ambiente fluvial de rio entrelaçado (Morais, 2007), com idade admitida Mioceno-Plioceno (Vieira *et al.*, 1994).

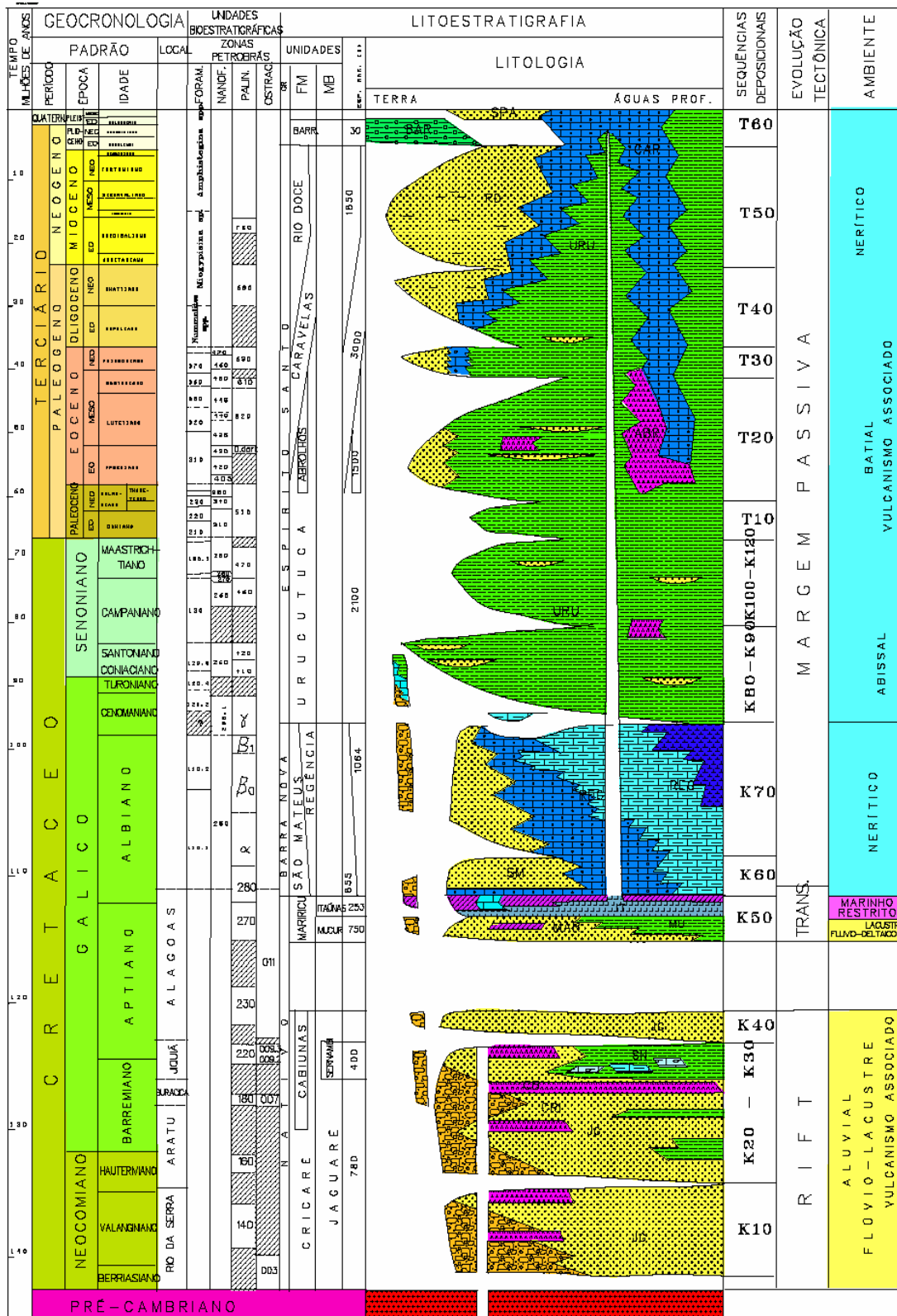


Figura 3 – Coluna estratigráfica da bacia do Espírito Santo (Vieira *et al*, 1994). www.stratigraphy.org/cheu.pdf (acesso em 29/01/2008).

A Formação Barreiras possui maior expressão nas regiões norte e, principalmente, nordeste do Brasil, onde está concentrada a maior parte dos estudos sobre esta unidade estratigráfica.

Amador & Dias (1978) distribuíram em conjuntos distintos os depósitos da Formação Barreiras (por eles reconhecidos como Grupo Barreiras) no estado do Espírito Santo, em três principais áreas. Idades hipotéticas foram atribuídas aos conjuntos por eles reconhecidos: i) entre os municípios de Guarapari e Marataízes, reconheceram que só ocorreriam depósitos do que definiram como “Barreiras pleistocênico”, em discordância sobre rochas do embasamento cristalino; ii) na região de Vitória, descreveram arenitos e conglomerados feldspáticos, e secundariamente argilitos e argilitos arenosos, em discordância sobre o embasamento cristalino, capeadas por duas ou mais fases sedimentares pleistocênicas; iii) no norte do Espírito Santo, na região entre os rios Mucuri e Itaúnas, descreveram depósitos predominantemente litificados e fossilíferos, designados por eles de Formação Pedro Canário, considerando-a como a base do Grupo Barreiras por eles denominado na região, com idade Mioceno/Plioceno (Figura 4). Amador (1982) correlacionou os depósitos da Formação Pedro Canário à porção superior da Formação Rio Doce (Membro Piranha). Este autor sugeriu um ambiente de rios de canais entrelaçados, com quase inexistência de planície de inundação, para a deposição da Formação Pedro Canário.

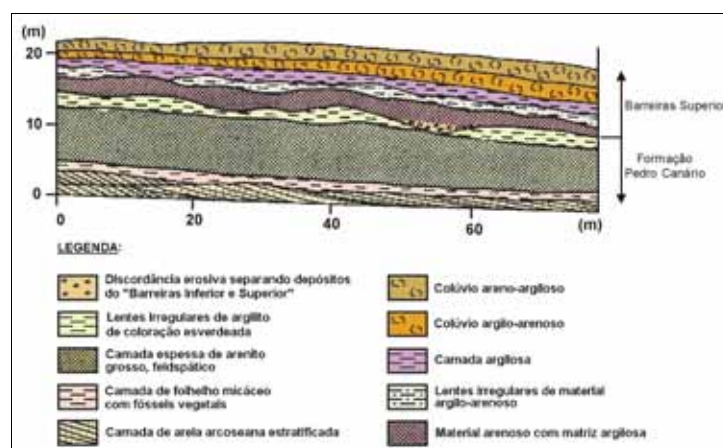


Figura 4 - Estrutura de depósitos da Formação Pedro Canário, segundo Amador (1982, modificado por Morais, 2007), capeados por sedimentos indiferenciados do “Barreiras Superior” em corte na rodovia BR-101, na região dos rios Mucuri e Itaúnas, norte do Espírito Santo.

Morais (2007) reconheceu três associações de fácies (II, III e IV) para os depósitos da Formação Barreiras no estado do Espírito Santo, relacionadas a ambientes fluviais.

A associação de fácies II (fácies Ccm \rightarrow Am1/ Amb \rightarrow La) é definida pelo empilhamento de fácies rudítica (Ccm), areníticas (Am1 e Amb) e lutítica (La) segundo padrão em “caixote”, com espessuras variando de 200cm-300cm e predomínio de espessos pacotes de fácies areníticas. Esta associação distribui-se em camadas de geometria lenticular extensa a tabular. Os depósitos areníticos possuem significativo percentual de matriz caulínica, de cor cinza-esbranquiçada, originada, provavelmente, da alteração dos feldspatos, com forte mosqueamento por óxido de ferro, atribuindo a esses depósitos variações de cores desde laranja até o vermelho.

A associação de fácies III (fácies Cmm/Ccm \rightarrow Am2/Amb) é definida pela intercalação de fácies rudíticas (Cmm e Ccm) e areníticas (Am2 e Amb), sendo que a fácies Cmm é a diagnóstica para a definição dessa associação de fácies.

A associação de fácies IV (fácies Cca/Ccm \rightarrow Aca/Am1/Amb/Ah \rightarrow La/SArgm/SArgb) é definida pela combinação de fácies rudíticas (Ccm e Cca), areníticas (Aca, Am1 e, subordinadamente, Ah) e lutíticas (SArgm, SArgb e, subordinadamente, La), com empilhamento em um padrão de “caixote” de sucessivos conjuntos de camadas alcançando espessuras entre 100cm e 400cm. Subordinadamente, ocorrem ciclos granodecrescentes. Ocorre um forte mosqueamento associado à ferruginização nestes depósitos, que possuem cores que variam de alaranjado ao vermelho.

As associações de fácies II e IV foram interpretadas por Moraes (2007) como depósitos associados a um modelo deposicional fluvial com características dos estilos entrelaçado e meandrante. As diferenças faciológicas entre estas associações foram relacionadas a modificações pós-deposicionais. A associação de fácies III foi associada a um ambiente deposicional de rios entrelaçados cascalhosos, com associação de fluxos gravitacionais.

Ainda segundo esta autora, os depósitos da Formação Barreiras apresentam características do ponto de vista pós-deposicional que merecem uma análise mais detalhada, enfocando alterações pedogenéticas, origem e idade das crostas ferruginosas, ressaltando que os aspectos de ferruginização dificultam sobremaneira as análises faciológicas dessa unidade.

2.2.4 - Sedimentação Quaternária

Na área estudada, os sedimentos quaternários marinhos e continentais estão distribuídos, principalmente, nas desembocaduras dos rios Doce e São Mateus. Segundo Martin *et al.* (1997), esta sedimentação é constituída por: (i) depósitos continentais indiferenciados (aluviões e coluviões); (ii) depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos - areias bem selecionadas, podendo apresentar uma coloração escura em consequência da presença de matéria orgânica de origem secundária, que constituem alinhamentos de antigos cordões litorâneos; (iii) sedimentos de lagos e pântanos (argilas com matéria orgânica são freqüentes); (iv) sedimentos argilo-arenosos, ricos em matéria orgânica, proveniente dos mangues atuais; e (v) sedimentos arenosos de paleocanais (delta intralagunar).

3 - Metodologia

Previamente, foi feita a análise de dois perfis faciográficos elaborados por Moraes (2007), para a seleção das amostras a serem estudadas. Foram selecionadas seis amostras para a descrição macroscópica, análise granulométrica e microscópica.

As amostras foram descritas macroscopicamente com auxílio de lupa de mão com aumento de 10x, enfatizando-se aspectos composicionais e texturais. A análise granulométrica das amostras seguiu metodologia apresentada por Suguio (1973) e Folk (1980). Foram retiradas 30g de cada amostras de mão e submetidas a duas etapas: (i) a primeira corresponde ao tratamento dos sedimentos maiores que 0,062mm, através de peneiramento, utilizando conjunto de peneiras com malhas correspondentes aos limites mínimos da escala granulométrica de Wentworth (1922) - 4,00mm (seixo); 2,00mm (grânulo); 1,00mm (areia muito grossa); 0,5mm (areia grossa); 0,25mm (areia média); 0,125mm (areia fina); 0,062mm (areia muito fina); (ii) a segunda etapa consistiu no tratamento dos sedimentos menores que 0,062mm, através do método da pipetagem.

Foram confeccionadas lâminas delgadas para a descrição petrográfica em microscópio de luz transmitida polarizada (microscópio Zeiss Axioskop 2 imaging), enfatizando-se, também, os aspectos composicionais e texturais. Em cada lâmina foram contados 300 pontos, sendo computadas as seguintes variáveis: quartzo, feldspato, mica, opacos, outros minerais (zircão e apatita), litoclastos, além de poros, cimento e matriz.

4 – Resultados

Nos afloramentos tratados no presente estudo, relacionados à associação de fácies II de Morais (2007), foram identificadas 2 (duas) fácies rudíticas, 2 (duas) fácies areníticas e 1 (uma) fácies lutítica (Figura 5). As amostras aqui analisadas distribuem-se da seguinte maneira:

- seção Nova Venécia II (amostras 1 e 2), pertencentes a fácies rudíticas; e
- seção Pedro Canário II (amostras 3, 4, 5 e 6), sendo a primeira relacionada a fácies rudítica e as outras a fácies areníticas.

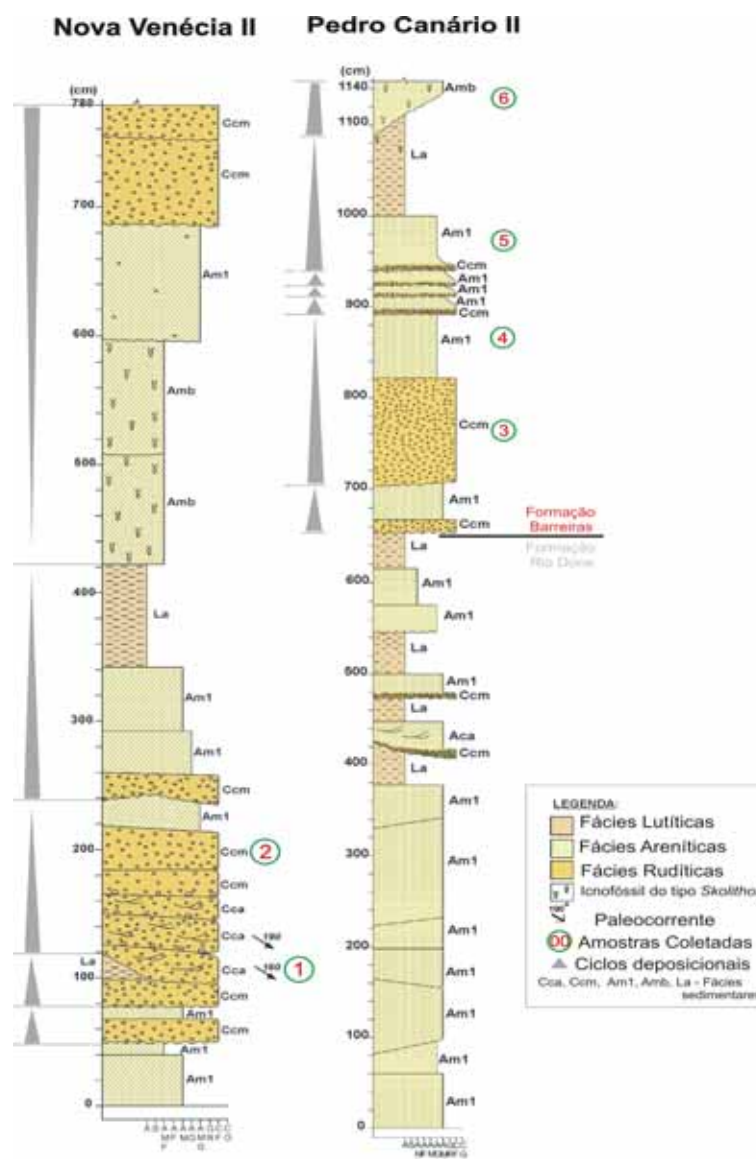


Figura 5 - Perfis faciologicos das seções Nova Venécia II e Pedro Canário II (Morais, 2007).

A Tabela 1 resume as fácies identificadas nos perfis estudados e os processos deposicionais interpretados, de acordo com Morais (2007).

Tabela 1 – Código, características e interpretação das fácies sedimentares identificadas por Morais (2007).

Amostras	Código	Descrição	Interpretação
1	<i>Cca</i>	Conglomerado sustentado pelos clastos, com estratificação cruzada acanalada	Migração de cascalho sob a ação de fluxo trativo unidirecional, preenchendo canais
2 e 3	<i>Ccm</i>	Conglomerado sustentado pelos clastos, maciço ou com estratificação horizontal pouco definida e clastos imbricados	Depósitos residuais; barras longitudinais
4 e 5	<i>Am1</i>	Arenito maciço ou sem estrutura aparente	Modificações pós-deposicionais (pedogênese, bioturbação, fluidização) de depósitos por fluxos trativos
6	<i>Amb</i>	Arenito maciço ou sem estrutura aparente, bioturbado	Mesma gênese da fácies Am1, com intensa bioturbação

4.1 – Descrição dos perfis

Os perfis descritos apresentam predomínio de litofácies areníticas e rudíticas, com empilhamentos de fácies num padrão do tipo “caixote”, com subordinados ciclos granulométricos granodecrescentes. Na seção Nova Venécia II ocorrem com maior frequência as litofácies rudíticas, enquanto que a seção Pedro Canário II apresenta o predomínio de litofácies areníticas. Sedimentos lutíticos estão presentes em menor proporção nos depósitos estudados da Formação Barreiras.

O perfil da seção Nova Venécia II é composto predominantemente de pacotes conglomeráticos na porção inferior (0-260 cm), estratificados ou não (fácies *Cca* e *Ccm*), intercalados com depósitos areníticos (fácies *Am1*) e com lentes de lamito (fácies *La*). Acima deste intervalo, há o predomínio de pacotes areníticos (fácies *Am1* e *Amb*), com intercalação de lamito (fácies *La*), e novo intervalo conglomerático (fácies *Ccm*).

O perfil da seção Pedro Canário II apresenta, na base, depósitos relacionados à Formação Rio Doce (0-660cm), com o predomínio de pacotes de camadas da fácies *AmI*, intercalados, em direção ao topo da unidade, por depósitos lutíticos (fácies *La*). Acima, em discordância erosiva apontada por Moraes (2007), estão os depósitos relacionados à Formação Barreiras, aqui estudados. São compostos, na base, por camadas das fácies *Ccm* e *AmI*, sucedidas por intervalo lamítico (fácies *La*) e, no topo, camada da fácies *Amb*.

4.2 – Características petrográficas

As litofácies areníticas e conglomeráticas descritas por Moraes (2007) foram classificadas, no presente trabalho, como quartzo-arenitos e vaques quartzosas, podendo ser observada que esta classificação deveu-se, em grande parte, ao fato de as amostras apresentarem composições mineralógicas e texturais diferentes daquela do estágio deposicional, relacionando-se à alteração do feldspato. O processo de caulinição deste mineral para argila autigênica é comum (McBride, 1984), e resulta na redução do índice de feldspato e superestimativa da matriz, mascarando a classificação das rochas.

A matriz, com percentagens significativas na maioria das amostras, apresenta característica que indica sua origem secundária, composta por argilas intersticiais de origem pós-deposicional e diagenética. O cimento, quase não presente nas amostras, é resultado da precipitação de óxidos/hidróxidos de ferro; na maioria das amostras, é pontual, podendo ser encontrado ao redor dos grãos. Apenas em uma amostra foi identificada uma considerável quantidade de cimentação. A porosidade foi classificada como do tipo secundária, relacionada diretamente ao contexto pós-deposicional. Identificou-se dois tipos de poros secundários: intragranulares e intergranulares.

4.2.1 – Seção Nova Venécia II

As amostras 1 e 2, pertencentes às fácies *Cca* e *Ccm* segundo Morais (2007), foram classificadas, no presente trabalho, como arenitos.

A amostra 1 apresenta arcabouço de areia média a conglomerado fino, cor avermelhada, com grãos subangulosos a subarredondados, seleção e esfericidade moderada (Figura 6A). Ambas possuem, em termos da composição mineralógica, predominância de grãos de quartzo, com 15% e 19% de feldspato caulinizado. Macroscopicamente, a amostra 2 apresenta arcabouço de areia grossa a conglomerado fino, cor amarelada, com grãos angulosos a subangulosos, com seleção e esfericidade baixa (Figura 6B).



Figura 6 – Fotografias das amostras de mão estudadas da seção Nova Venécia II: (A) amostra 1 – arenito de cor avermelhada; (B) amostra 2 - arenito de coloração amarelada, mosqueada, com seixos.

De acordo com a análise granulométrica, as amostras apresentam predomínio de areia, com alta concentração de argila, sendo classificadas como arenitos lamosos (Figura 7).

Na amostra 1, foi identificada uma concentração de 33% de areia média, 22% areia grossa e 5% de areia muito grossa (Figura 8), com uma distribuição de 62,6% de areia, 36,6% de lama e 0,8% de cascalho (Figura 9). Na amostra 2, foi identificada uma concentração de 42% de areia

grossa, 12% de areia média e 8,5% areia muito grossa (Figura 8), com uma distribuição de 63,7% de areia, 35,6% de lama e 0,7% de cascalho (Figura 9).

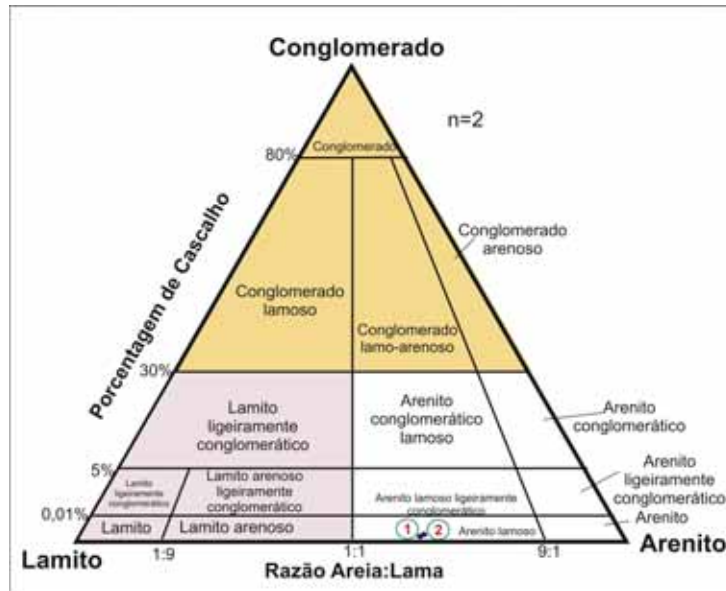


Figura 7 – Classificação das amostras estudadas da seção Nova Venécia II, segundo o diagrama triangular de classificação de rochas sedimentares de Folk (1980).

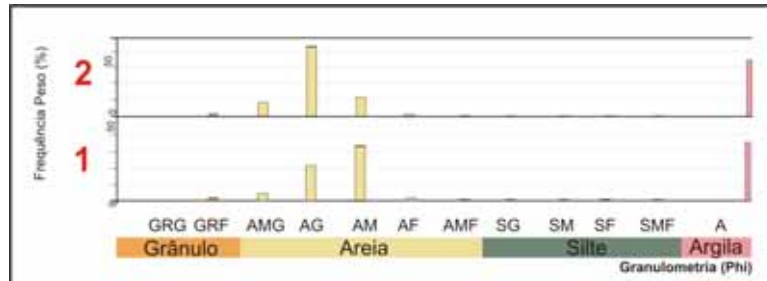


Figura 8 - Histograma com a percentagem em peso das classes granulométricas identificadas nas amostras estudadas da seção Nova Venécia II.

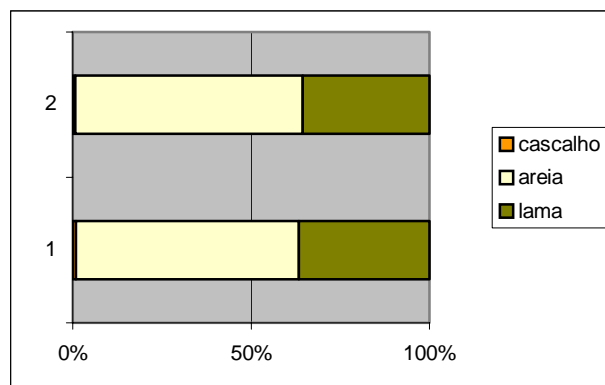


Figura 9 – Diagramas de barras representativo da relação cascalho:areia:lama nas amostras estudadas da seção Nova Venécia II.

Microscopicamente, as amostras apresentaram granulometria do tamanho areia, variando de média a grossa, com arcabouço composto predominantemente por grãos de quartzo, angulosos a subangulosos (Figura 10C), moderadamente selecionados, com circularidade baixa, em contatos pontuais a tangenciais, quando possuem.

O percentual de matriz argilosa é elevado, em torno de 38,33% (amostra 1) e 26,33 % (amostra 2) – Tabela 2, e encontra-se tingida por óxido de ferro (Figura 10A). Com este alto valor de matriz argilosa, as amostras podem ser classificadas como vaques quartzosas (Figura 11). Apresentam porosidade do tipo intergranular. Os minerais traços são zircão (Figura 10D), mica (Figura 10B), turmalina e opacos.

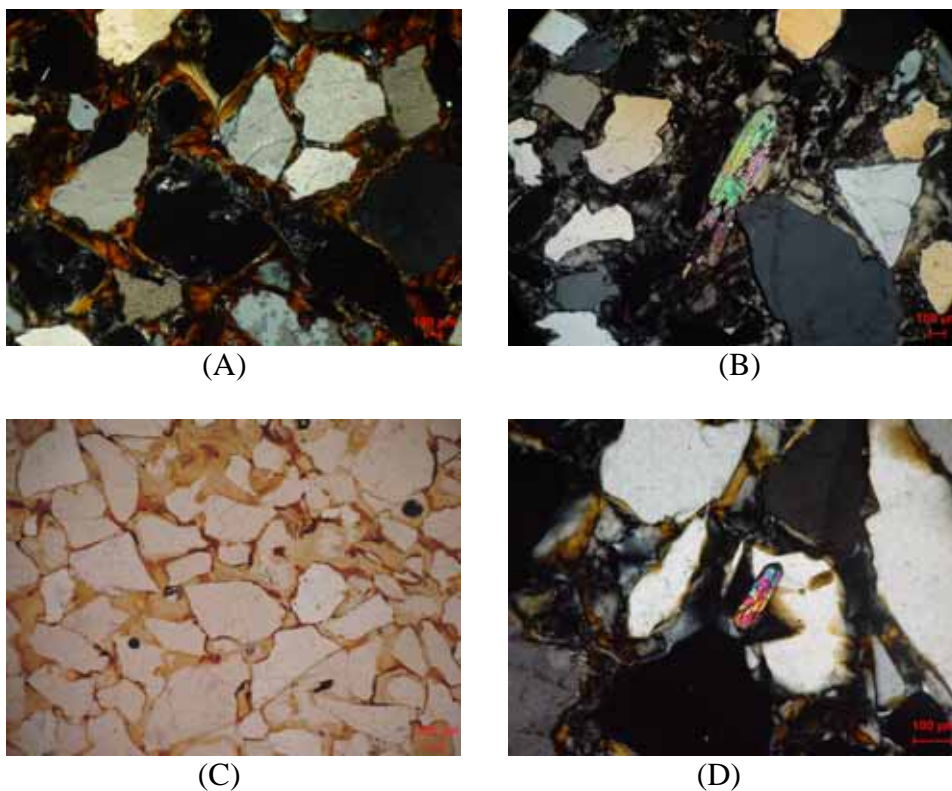
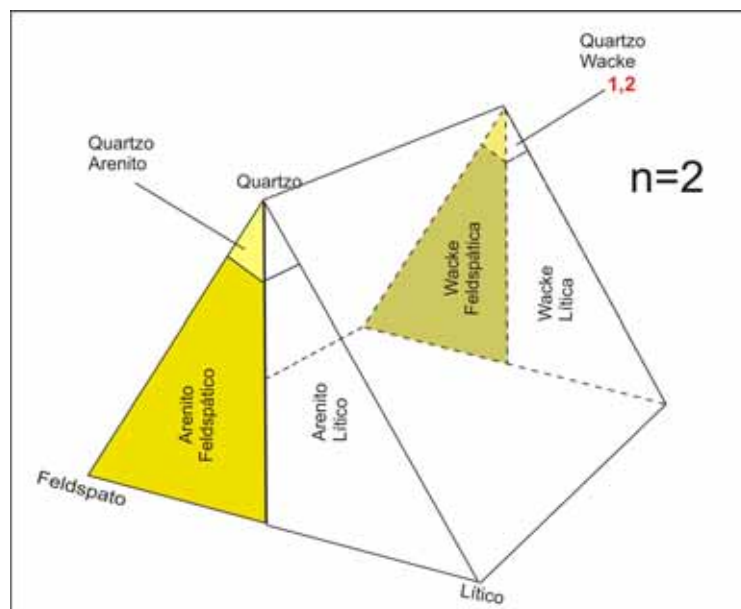


Figura 10 – Fotomicrografias das lâminas: (A) amostra 2 (nicóis cruzados) - destacando tingimento da matriz por óxido de ferro; (B) amostra 2 (nicóis cruzados) - detalhe para o grão de mica; (C) amostra 1 (nicóis paralelos) - destacando os grãos de quartzo angulosos a subangulosos e abundante matriz, tingida por óxido de ferro; (D) amostra 1 (nicóis cruzados) - detalhe para grão de zircão idiomórfico, um dos principais minerais acessórios.

Tabela 2 – Tabela de dados petrográficos, recalculados para percentuais de rocha total

Amostras	Fácies	Arcabouço					Matriz	Porosidade	Cimento	Total de pontos
		Quartzo	Feldspato	Litoclastos	Micas	Total				
1	Cca	45,33	0,00	3,33	0,33	49,00	38,33	7,67	5,00	100
2	Ccm	43,33	0,00	2,33	0,33	46,00	26,33	10,33	17,33	100

**Figura 11** - Classificação das amostras estudadas da seção Nova Venécia II, segundo o diagrama triangular de Dott (1964).

4.2.2 – Seção Pedro Canário II

Macroscopicamente, as amostras estudadas da seção Pedro Canário II apresentam arcabouço predominantemente de quartzo, com poucos grãos de feldspato caulinizado, e seleção e esfericidade moderadas.

A amostra 3, pertencente à fácies *Ccm* segundo Morais (2007), foi classificada, macroscopicamente, como arenito. Esta amostra apresenta arcabouço de areia grossa a conglomerática, mosqueada (Figura 12 A) e grãos angulosos a subangulosos.

As amostras 4, 5 e 6 (Figura 12B, 12C e 12D), pertencentes respectivamente à fácies *Am1*, *Am1* e *Amb*, apresentam arcabouço composto de areia que varia de grossa a muito grossa, de coloração esbranquiçada, amarelada e rosada, com grãos angulosos a subarredondados.

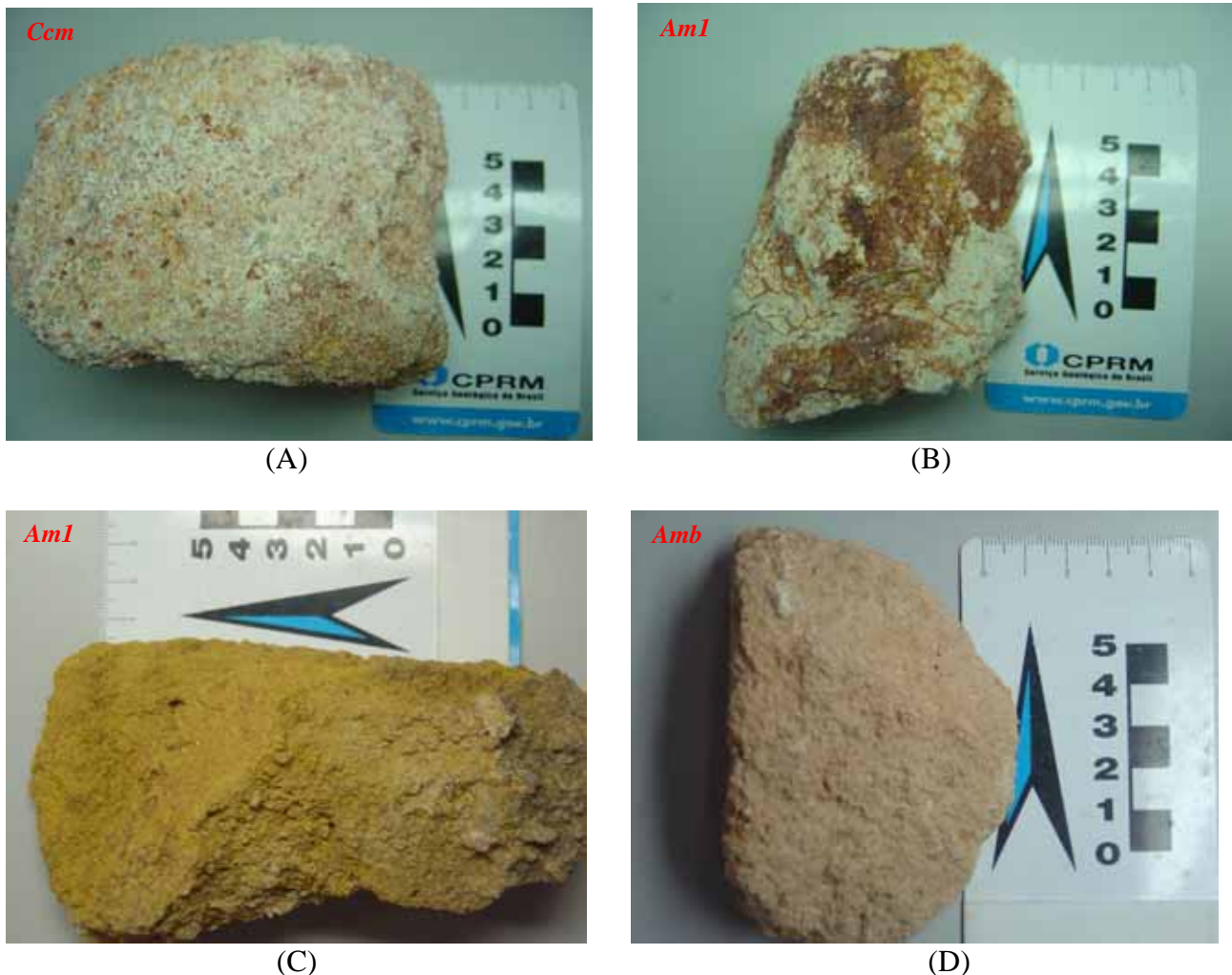


Figura 12 – Fotografias das amostras de mão estudadas da seção Pedro Canário II: (A) amostra 3 - arenito esbranquiçado, com grânulos e seixos; (B) amostra 4 - arenito esbranquiçado, com manchas de oxidação e alta concentração de feldspato caulinizado; (C) amostra 5 - arenito amarelado, bastante oxidado, com grânulos e seixos; (D) amostra 6 - arenito rosado.

A partir da análise granulométrica, as amostras estudadas da seção Pedro Canário II apresentam características semelhantes às de Nova Venécia II, com predomínio de areia e alto percentual de argila (Figura 13), exceto a amostra 5, que apresenta baixa quantidade de argila. As amostras foram classificadas como: arenito lamoso ligeiramente conglomerático (amostra 3), lamito arenoso (amostra 4), arenito (amostra 5), e arenito lamoso (amostra 6).

Na amostra 3, foi registrada a concentração de 22% de areia grossa, 20% de areia muito grossa e 15% de areia média (Figura 14), com distribuição total de 62,4% de areia, 26,9% de lama e 10,7% de cascalho (Figura 15). A amostra 4 apresenta concentração de 11,4% de areia grossa, 8,7% de areia média, 7,7% de areia muito grossa (Figura 14), com distribuição total de 55,3% de lama, 41,4% de areia e 3,3% de cascalho (Figura 15). Na amostra 5 foi identificada uma concentração de 29,5% de areia grossa, 24% de areia muito grossa e 18% de areia média (Figura 14), em uma distribuição total de 84,3% de areia, 11,2% de lama e 4,5% de cascalho (Figura 15). A amostra 6 apresenta concentração de 23,9% de areia grossa, 15,3% de areia muito grossa e 7,6% de areia média (Figura 14), com uma distribuição total de 57% de areia, 40,8% de lama e 2,2% de cascalho (Figura 15).



Figura 13 - Classificação das amostras estudadas da seção Pedro Canário II, segundo o diagrama triangular de classificação de rochas sedimentares de Folk (1980).

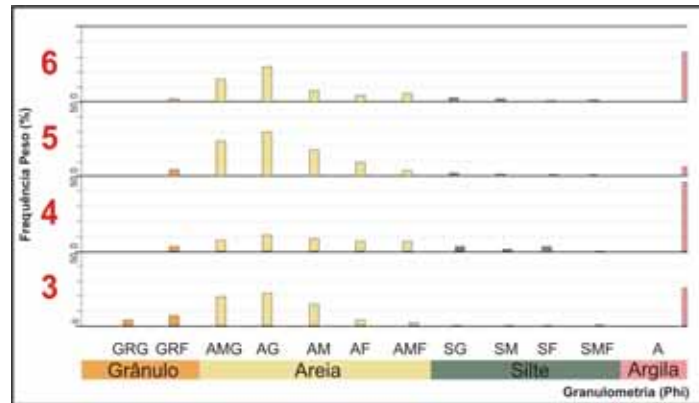


Figura 14 – Histograma com a percentagem em peso das classes granulométricas identificadas nas amostras estudadas da seção Pedro Canário II.

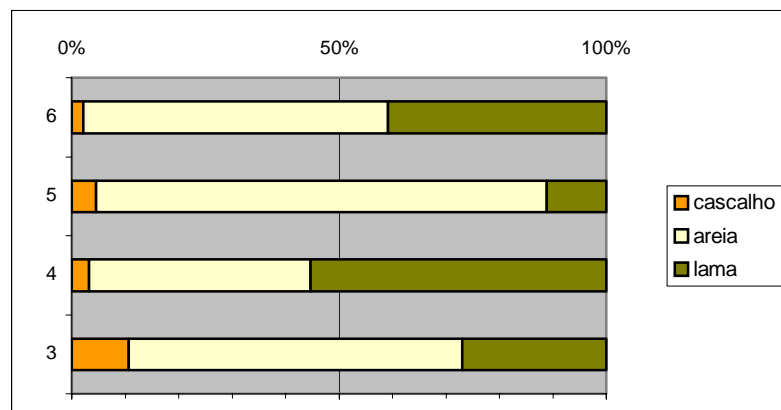


Figura 15 – Diagramas de barras representativo da relação cascalho:areia:lama nas amostras estudadas da seção Pedro Canário II.

Nas descrições microscópicas, as amostras apresentaram granulometria do tamanho areia, variando de grossa a muito grossa, com arcabouço composto predominantemente por grãos de quartzo com raros contatos pontuais (Figura 16A) e tangenciais. A porosidade é do tipo intergranular, podendo ser encontrada também, em menor frequência, do tipo intragranular. O percentual de matriz argilosa é elevada (Figura 16B), variando de 36% (amostra 3), 44,33% (amostra 4) e 52% (amostra 6), de origem secundária (Tabela 3). A alta concentração de matriz argilosa nas amostras 4 e 6 pode ser relacionada a alterações pedogenéticas.

As amostras 3 e 5 possuem, predominantemente, grãos angulosos a subarredondados e seleção moderada, enquanto que as amostras 4 e 6 possuem grãos subangulosos a arredondados e

são mal selecionados (Figura 16D). Em todas estas amostras, a circularidade moderada. Na amostra 5, verificou-se uma baixa concentração de argila e alta cimentação por óxido/hidróxido de ferro (Figura 16C), enquanto que nas demais amostras ocorre apenas tingimentos pontuais na matriz ou nos bordos dos grãos. Os minerais traços são zircão, opacos, muscovitas e apatita.

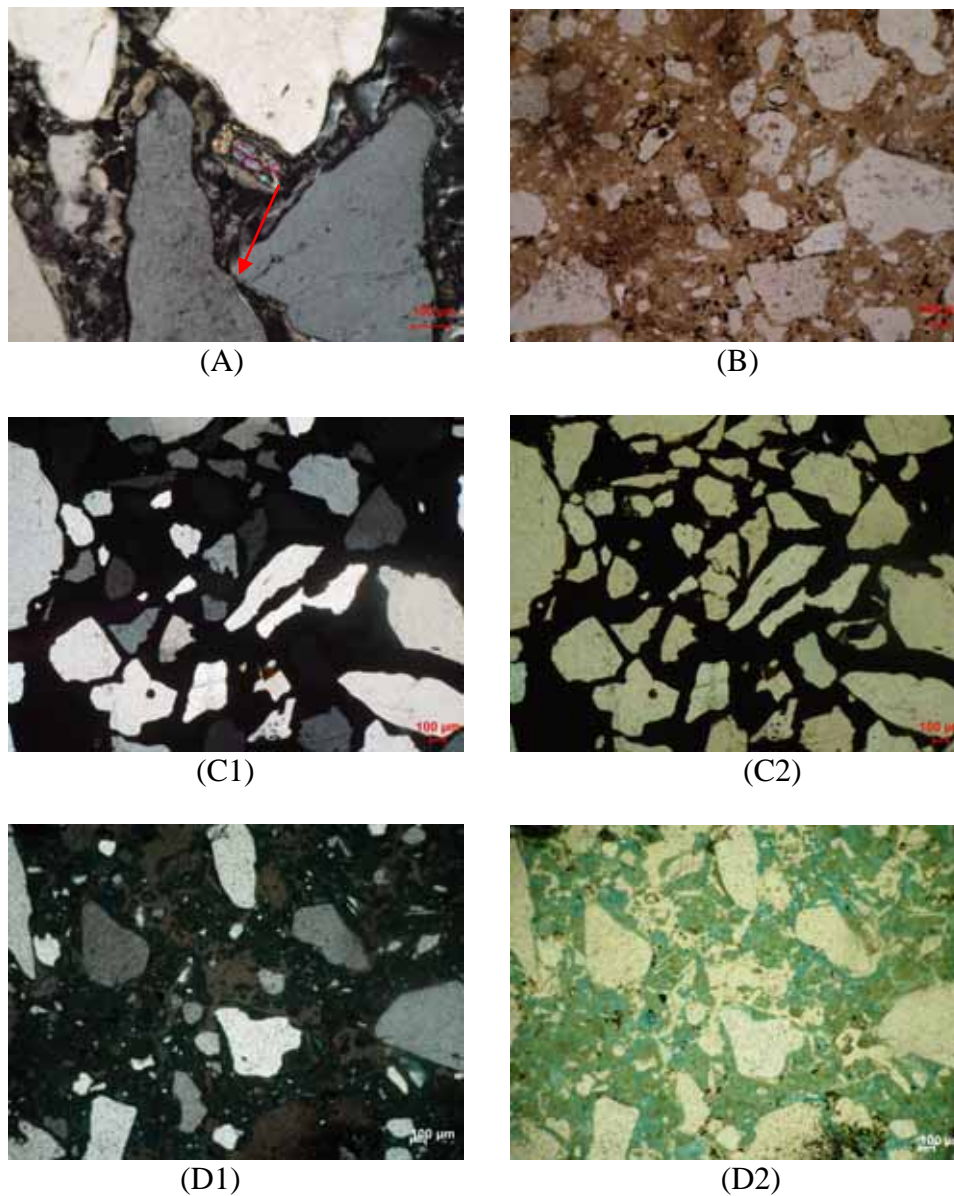
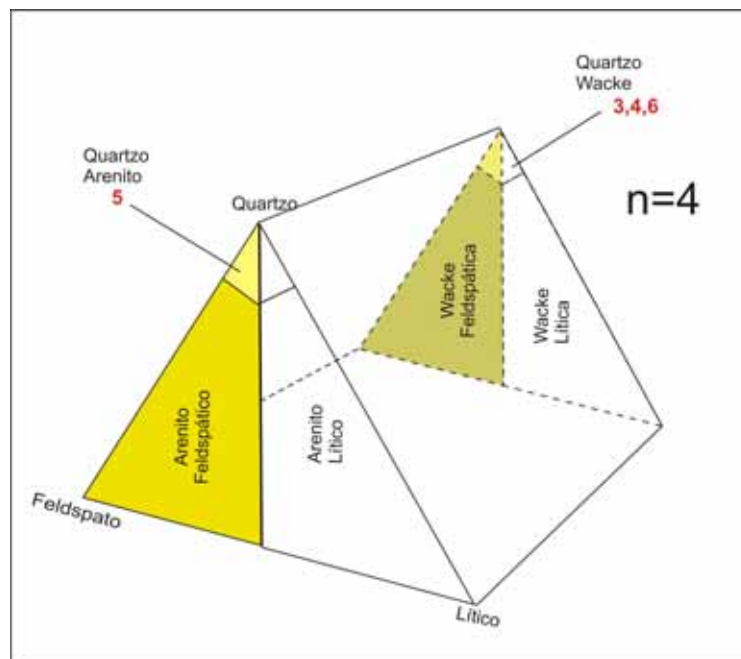


Figura 16 – Fotomicrografias: (A) amostra 3 (nicóis cruzados) - destaca-se a baixa circularidade e o contato pontual; (B) amostra 4 (nicóis paralelos) – destaca-se o elevado percentual de matriz argilosa preenchendo a porosidade intergranular; (C) amostra 5: C1(nicóis cruzados) e C2 (nicóis paralelos) - destaca-se a cimentação por óxido/hidróxido de ferro; (D) amostra 6: D1 (nicóis cruzados) e D2 (nicóis paralelos) – destaca-se o baixo selecionamento dos grãos do arcabouço.

Tabela 3 – Tabela de dados petrográficos, recalculados para percentuais de rocha total.

Amostras	Fácies	Arcabouço						Matriz	Porosidade	Cimento	Total de pontos
		Quartzo	Feldspato	Litoclastos	Micas	Opacos	Total				
3	<i>Ccm</i>	49,33	0,00	3,00	0,33	0,00	52,67	36,00	9,00	2,33	100
4	<i>Am1</i>	44,00	0,00	2,00	0,00	1,67	46,00	44,33	5,67	2,33	100
5	<i>Am1</i>	38,67	0,00	4,00	0,33	0,00	43,00	0,00	14,67	42,33	100
6	<i>Amb</i>	42,67	0,00	5,33	0,00	0,00	48,00	52,00	0,00	0,00	100

As amostras 3, 4 e 6, por apresentarem alta concentração de matriz argilosa, foram classificadas como vaques quartzosas, enquanto que a amostra 5 foi classificada como um quartzo arenito (Figura 17).

**Figura 17** - Classificação das amostras estudadas da seção Pedro Canário II, segundo o diagrama triangular de Dott (1964).

5 – Conclusões

As amostras estudadas apresentam características típicas da Formação Barreiras, ou seja, arenitos pouco consolidados, de cores variadas (esbranquiçados, amarelados e avermelhados, mosqueados), com cimentação por óxido de ferro e elevada quantidade de matriz argilosa.

Embora as litofácies sejam interpretadas como resultado de processos trativos unidirecionais, em ambiente fluvial, parte das características texturais observadas, em especial a abundância de matriz argilosa, está relacionada a alterações pós-deposicionais (pedogênese e bioturbação). Por isto, os arenitos foram classificados petrograficamente como vaques, embora derivados de processos trativos.

As amostras 1, 2 (Nova Venécia II) e 3 (Pedro Canário II), atribuídas por Morais (2007), sem análises laboratoriais, como fácies rudíticas (*Cca*, *Ccm*), foram interpretadas, após as análises granulométricas e petrográficas, como arenitos grossos a ligeiramente conglomeráticos, podendo ser atribuídas, assim, às fácies *Aca* e *AmI* (Morais,2007). Esta discrepância pode ser relacionada tanto ao local de coleta das amostras no afloramento, tendo em vista que procedem de camadas rudíticas a areníticas intercaladas, como pelo fato de as análises em campo superestimarem o percentual de grânulos e seixos.

As amostras diferem quanto ao arredondamento dos grãos nas duas seções estudadas. Na seção Nova Venécia II, há o predomínio de grãos subangulosos, enquanto que na seção Pedro Canário ocorrem abundantes grãos subarredondados. Esta diferença pode estar relacionada à posição das respectivas seções em relação à área-fonte, visto que a seção Nova Venécia II encontra-se nas proximidades da área-fonte, enquanto que a seção Pedro Canário II está mais distante.

As duas escalas de observação utilizadas (megascópica e microscópica) documentaram diferenças na composição mineralógica dos arenitos. Megascopicamente, foi possível reconhecer grãos de feldspatos muito alterados, enquanto que microscopicamente não foi possível observar este mineral e sim uma alta quantidade de argila, de composição caulínica, constituindo a matriz proveniente da alteração do feldspato.

Referências Bibliográficas

- AMADOR, E.S. Depósitos relacionados à Formação inferior do Grupo Barreiras no Estado do Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, 1982. **Anais** Salvador: SBG, 1982. v. 4, p. 1451-1460.
- AMADOR, E.S. & DIAS, G.T.M. Considerações preliminares sobre depósitos do Terciário Superior do norte do Espírito Santo. **An. Acad. bras. Ci.**, 50(1), 1978. p.121.
- DOTT, R.H. Wacke, graywacke and matrix – What approach to immature sandstone classification? **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 34, n. 3, 1964, p. 625-632.
- FOLK, R.L. **Petrology of sedimentary rocks**. Austin, Univ. Texas, 1980. 170p.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.L. & FLEXOR, J-M. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM. 1997.112p.: il, mapas.
- MCBRIDE, E. F. Diagenetic processes that affect provenance determinations in sandstone. In: ZUFFA, G. G. **Provenance of Arenites**. D. Rei del Publishing Company, 1984. v. 148, p. 95-113. (NATO ASI series. Series C - Mathematical and physical sciences).
- MORAIS, R.M.O. **Sistemas fluviais terciários na área emersa da bacia do Espírito Santo (formações Rio Doce e Barreiras)**. Rio de Janeiro. 2007, 139p. (Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- NOVAIS, L.C.C.; TEIXEIRA, L.B.; NEVES, M.T.; RODARTE, J.B.M.; ALMEIDA, J.C.H.; VALERIANO, C.M. Novas ocorrência de diques de diabásio na faixa Colatina – ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo. **Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro**, v. 12, n. 1, p. 191-194, nov. 2003/ maio 2004.
- SILVA, J.M.R.; LIMA, M.I.C.; VERONESE, V.F.; RIBEIRO JUNIOR, R.M.; ROCCA, R.M. & SILVA JUNIOR, O. Geologia. In: Projeto RADAMBRASIL: **Levantamentos de recursos naturais, folha SE 24, Rio Doce**. FIBGE. Rio de Janeiro, v. 34, 1987, p. 23-152.
- SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1973. 318p.
- SUGUIO, K. & NOGUEIRA, A.C.R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. **Geociências**, São Paulo, 18(2), 1999. 461-479.
- TAMARA, G. **Contribuição ao Estudo do Grupo Barreiras na Região Metropolitana de Vitória (ES)**. Rio de Janeiro, 1995. 73p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- VIEIRA, R.A.B.; MENDES, M.P.; VIEIRA, P.E.; COSTA, L.A.R.; TAGLIARI, C.V.; BACELAR, L.A.P.; FEIJÓ, F.J. Bacias do Espírito Santo e Mucuri. **Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro** 8(1), 1994. 191-202.
- WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, Tulsa, v. 30, 1922, p. 377-392.
- www.stratigraphy.org/cheu.pdf (Acesso:29/01/2008).
- <http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php> (Acesso em 11/02/2008).
- www.achetudoeregiao.com.br/ES/ES