



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

**Thaís Coelho Brêda**

ANÁLISE MULTIESCALAR DA FORMAÇÃO BARREIRAS NA ÁREA  
EMERSA DA BACIA DE CAMPOS, ENTRE BÚZIOS E CAMPOS DOS  
GOYTACAZES (RJ)

Orientador: Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Programa de Pós-Graduação em Geologia**

Junho de 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

**Thaís Coelho Brêda**

ANÁLISE MULTIESCALAR DA FORMAÇÃO BARREIRAS NA ÁREA  
EMERSA DA BACIA DE CAMPOS, ENTRE BÚZIOS E CAMPOS DOS  
GOYTACAZES (RJ)

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Paleontologia e Estratigrafia

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

Junho de 2012

Brêda, Thaís Coelho

Análise multiescalar da Formação Barreiras na área emersa da bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes (RJ)

xvii, 117 p., 29,7 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, *M.Sc.*, Programa de Pós-graduação em Geologia, 2012)

Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências (IGEO/UFRJ).

1. Formação Barreiras 2. Cenozoico 3. Sudeste do Brasil

**Thaís Coelho Brêda**

**ANÁLISE MULTIESCALAR DA FORMAÇÃO BARREIRAS NA ÁREA  
EMERSA DA BACIA DE CAMPOS, ENTRE BÚZIOS E CAMPOS DOS  
GOYTACAZES (RJ)**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Ciências (Geologia).

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

Aprovada em: 29.06.2012

Por:

Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos (PPGI, IGEO/UFRJ)

Dra. Rute Maria Oliveira de Moraes (PETROBRAS/UO-ES/EXP/SE)

Dr. Julio Cesar Horta Almeida (Faculdade de Geologia/UERJ)

À Frederico, Fátima,  
Gabriela e Leonardo  
pelo amor incondicional.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Geologia/IGEO-UFRJ e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de mestrado durante os seis primeiros meses de participação do programa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ pela disponibilização de recursos necessários para realização das atividades de campo do presente trabalho.

Ao meu orientador, professor Claudio Limeira Mello, agradeço pelo grande apoio durante o desenvolvimento deste estudo e pelos inúmeros conselhos ao longo destes cinco anos, em que tive a oportunidade de trabalhar ao lado desta pessoa por quem tenho profunda admiração.

Aos professores Renato Rodriguez Cabral Ramos, Gerson Cardoso da Silva Jr. e Maria da Gloria Alves que, de alguma forma, contribuíram para o resultado final desta dissertação.

Aos geólogos Pedro Henrique Walter, Thiago Telles Álvaro, André Pires Negrão e Vinícius do Nascimento Cristo e às mestres Carolina da Silva Ribeiro e Shirley Cristina de Barros e Talita Azevedo da Silva pelo incentivo e discussões que acrescentaram no desenvolvimento deste estudo.

Aos alunos de graduação em geologia Bernardo Oliveira Fiuza, Bruno Lopes Gomes, Caio Henrique Oliveira de Almeida e aos demais alunos que fazem e fizeram parte do grupo de pesquisa, pelas contribuições e pelo grande apoio nas atividades de campo e gabinete.

## RESUMO

BRÊDA, Thaís Coelho. **Análise multiescalar da Formação Barreiras na área emersa da bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes (RJ)**. Rio de Janeiro, 2012. 112 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

A Formação Barreiras constitui uma unidade litoestratigráfica, de idade miocênica, com ampla distribuição na região costeira do Brasil, onde se apresenta sob a forma de tabuleiros, desde o Rio de Janeiro até o Amapá. Por este motivo, é tomada como um importante marco estratigráfico do Cenozoico do Brasil. Trabalhos anteriores também destacam a importância desta unidade como marcador estratigráfico e geomorfológico para estudos neotectônicos. No Sudeste brasileiro, esta unidade é ainda pouco estudada, sendo associada a depósitos continentais que afloram na porção emersa das bacias de Campos e do Espírito Santo. Na área emersa da bacia de Campos, do sul de Vitória (ES) a Búzios (RJ), a Formação Barreiras ocorre de forma bastante segmentada e é predominantemente constituída por arenitos avermelhados, com intercalações de lamitos, sendo interpretada em trabalhos anteriores como depósitos de um sistema fluvial entrelaçado, com contribuição variável de depósitos de fluxos de detritos. O presente estudo tem como objetivo geral realizar uma análise multiescalar da Formação Barreiras na região entre Búzios (RJ) e Campos dos Goytacazes (RJ), buscando um maior conhecimento sobre a evolução cenozoica na área emersa da bacia de Campos. Este estudo envolveu as seguintes etapas: i) mapeamento geológico-estrutural na escala 1:250.000, como base para a investigação dos controles da distribuição da Formação Barreiras na área de estudo; ii) análise faciológica de afloramentos selecionados, visando à interpretação paleoambiental; e iii) análises petrográficas, incluindo a caracterização de aspectos texturais, composicionais e diagenéticos. O mapeamento geológico realizado permitiu atribuir novos limites aos depósitos da Formação Barreiras na área investigada, destacando sua compartimentação principalmente por *trends* estruturais de direção NW a WNW, associados a estruturas neotectônicas geradas em um evento de transcorrência dextral E-W, de idade Pleistoceno-Holoceno. Estruturas de orientação NE também controlam a distribuição destes depósitos e são correlacionáveis a um evento neotectônico de caráter distensivo NW-SE, de idade holocênica. As análises faciológicas levaram ao reconhecimento de um paleoambiente deposicional associado predominantemente a sistemas fluviais entrelaçados com paleofluxo para leste. Depósitos de leques aluviais dominados por fluxos de detritos foram reconhecidos na região de Macaé e de Búzios, associados a falhas normais de orientação NE-SW, indicando que a Formação Barreiras, nesta região, pode estar relacionada com a evolução do Gráben de Barra de São João (no contexto do Rifte Continental do Sudeste do Brasil, de idade paleogênica). Os principais aspectos relacionados à diagênese destes depósitos referem-se à infiltração de material argiloso e à intensa cimentação por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês. A baixa compactação, evidenciada pelos contatos flutuantes a pontuais entre os grãos, indica evolução diagenética incipiente.

Palavras-chave: Formação Barreiras, Cenozoico, Sudeste do Brasil

## ABSTRACT

BRÊDA, Thaís Coelho. **Multiscale analysis of Barreiras Formation at onshore area of Campos Basin between Búzios and Campos dos Goytacazes (RJ)**. Rio de Janeiro, 2012. 112 p. Thesis (Master Degree in Geology) – Post-graduation Program in Geology, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

The Barreiras Formation is a lithostratigraphic unit, dated from Miocene, with a wide distribution in the Brazilian coastal zone, from Rio de Janeiro to Amapá, associated with a morphology of tablelands. This unit corresponds to an important Brazilian Cenozoic stratigraphic marker. Previous studies also highlight the importance of this unit as a stratigraphic and geomorphologic marker for neotectonic studies. In the Brazilian Southeastern, the Barreiras Formation is still little studied and it is related to continental deposits that outcrop in the onshore portion of the Campos and Espírito Santo basins. In the onshore area of the Campos Basin, between Vitória (ES) and Búzios (RJ), the Barreiras Formation occurs much segmented and it is predominantly composed of reddish sandstones and mudstones, being interpreted as a braided fluvial system deposits, with variable contribution of debris flow deposits. The present study aims to perform a multiscale analysis of the Barreiras Formation in the region between Buzios (RJ) and Campos dos Goytacazes (RJ), seeking a better understanding of the Cenozoic evolution in the onshore area of the Campos Basin. This study included the following steps: i) geologic and structural mapping, at 1:250,000 scale, as a basis for investigating the controls on the distribution of the Barreiras Formation in the study area; ii) facies analysis of selected outcrops, aiming to paleoenvironmental interpretation; and iii) petrographic analysis, including textural, compositional and diagenetic characterization. The geological mapping has allowed to define new limits to the deposits of Barreiras Formation in the investigated area, evidencing a principal compartmentation by NW to WNW trends, associated with neotectonics structures generated in a Pleistocene-Holocene E-W dextral transcurrent event. NE-trending structures also control the distribution of the deposits and are correlated to other neotectonic event (Holocene NW-SE distensive regime). The facies analysis led to the recognition of a depositional paleoenvironment dominantly associated with braided river systems with paleocurrent to East. Debris flows dominated alluvial fans deposits were recognized in the region of Macaé and Búzios, related to NE-SW normal faults. This structural relationship suggests that Barreiras Formation may be related in this region to the Barra de São João Graben evolution (in the context of the Continental Rift of Southeastern Brazil, dated from Paleogene). The main diagenetic aspects correspond to matrix infiltration and intense cementation by iron and manganese oxides and hydroxides. Floating to point contacts between grains show low compactation and are an evidence of incipient diagenetic evolution.

Key-Words: Barreiras Formation, Cenozoic, Brazilian Southeastern.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1 -</b>	Mapa de localização da área de estudo, destacando-se as principais cidades e rodovias da área._____	<b>4</b>
<b>Figura 3.2 -</b>	Mapa das províncias estruturais presentes na região Sudeste do Brasil associadas à evolução do paleocontinente Gondwana (segundo Bizzi <i>et al.</i> , 2003) sobre modelo digital de elevação ( <i>in</i> Ribeiro, 2010)._____	<b>6</b>
<b>Figura 3.3 -</b>	Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil, segundo Riccomini <i>et al.</i> (2004)._____	<b>6</b>
<b>Figura 3.4 -</b>	Mapa geológico da área de estudo (Silva & Cunha, 2001). _____	<b>8</b>
<b>Figura 3.5 -</b>	Coluna estratigráfica da bacia de Campos (Winter <i>et al.</i> , 2007). Destaque para o registro da Formação Barreiras (Neógeno) na área emersa da bacia._____	<b>10</b>
<b>Figura 3.6 -</b>	Mapa geológico do Quaternário costeiro da metade norte do estado do Rio de Janeiro (Martin <i>at al.</i> , 1997)._____	<b>12</b>
<b>Figura 3.7 -</b>	Contexto geológico regional do <i>Rift</i> Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), segundo Riccomini <i>et al.</i> (2004)_____	<b>13</b>
<b>Figura 3.8 -</b>	Mapa estrutural do Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990)._____	<b>14</b>
<b>Figura 3.9 -</b>	Quadro dos eventos neotectônicos reconhecidos em estudos anteriores no Sudeste do Brasil (modificado de Ribeiro, 2010).____	<b>15</b>
<b>Figura 3.10 -</b>	Mapa geológico simplificado da área de estudo, com destaque para os sedimentos cenozoicos (modificado de Silva & Cunha, 2001).__	<b>19</b>
<b>Figura 3.11 -</b>	Mapa simplificado de coberturas inconsolidadas da folha Macaé (escala 1:250.000), segundo Ferreira (1999 - modificado)._____	<b>20</b>
<b>Figura 3.12 -</b>	Integração dos mapas geológicos das folhas São Fidélis, Macaé e Rio das Ostras, na escala 1:100.000 (com base em Nogueira <i>et al.</i> , 2009, Almeida <i>et al.</i> , 2009 e Schmitt <i>et al.</i> , 2009), com recorte na área de interesse ao presente estudo._____	<b>21</b>
<b>Figura 3.13 -</b>	Mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro (Dantas, 2000), com a delimitação da área de estudo._____	<b>23</b>
<b>Figura 3.14 -</b>	Mapa de Domínios e Regiões Morfoestruturais do Estado do Rio de Janeiro (Silva, 2002), com a delimitação da área de estudo.____	<b>27</b>

<b>Figura 4.1 -</b>	Fluxograma das atividades desenvolvidas no presente trabalho.____	<b>29</b>
<b>Figura 4.2 -</b>	Indicação do azimute e altitude da iluminação artificial na função <i>Hillshade</i> no programa ERSI® ARCMAPT 9.2 para a geração de Modelo Digital de Elevação._____	<b>30</b>
<b>Figura 4.3 -</b>	Aspectos geomorfológicos de interesse para o mapeamento da Formação Barreiras._____	<b>31</b>
<b>Figura 4.4 -</b>	Imagem do <i>Google Earth</i> com indicação de afloramentos em áreas de interesse._____	<b>32</b>
<b>Figura 4.5 -</b>	Modelos digitais de elevação (1-azimute: 045° e elevação: 25°; 2-azimute: 045° e elevação: 45°; 3- azimute: 315° e elevação: 25°; 4-azimute:315° e elevação: 45°)._____	<b>34</b>
<b>Figura 4.6 -</b>	Diferentes tipos de indicadores cinemáticos em planos de falha que possibilitam a determinação do sentido de movimento ao longo do plano, segundo Angelier (1994)._____	<b>35</b>
<b>Figura 4.7 -</b>	Terminologia para descrição de elementos de fraturas secundárias elementares em um contexto de cisalhamento simples, segundo Petit (1987)._____	<b>36</b>
<b>Figura 4.8 -</b>	Método dos diedros retos (Angelier, 1994)._____	<b>37</b>
<b>Figura 4.9 -</b>	Classificação da seleção granulométrica (Folk, 1968 <i>apud</i> Boggs, 2009)._____	<b>39</b>
<b>Figura 4.10 -</b>	Classificação do grau de arredondamento dos grãos (Powers, 1953 <i>apud</i> Blatt, 1982)._____	<b>40</b>
<b>Figura 4.11 -</b>	Tipos de contatos entre grãos (Boggs, 2009)._____	<b>40</b>
<b>Figura 5.1 -</b>	Mapa da distribuição da Formação Barreiras entre Búzios e Campos dos Goytacazes. I, II, III e IV correspondem aos setores individualizados no presente estudo._____	<b>43</b>
<b>Figura 5.2 -</b>	Detalhe do setor I. Observa-se relevo de colinas suaves do embasamento, com pequenas ocorrências da Formação Barreiras.____	<b>44</b>
<b>Figura 5.3 -</b>	Destaque para o afloramento do ponto Campos-07 na região do setor I. Observa-se arenitos bastante ferruginizados da Formação Barreiras apresentando intraclastos argilosos._____	<b>45</b>
<b>Figura 5.4 -</b>	Detalhe do setor II. O relevo suave e de topo plano da Formação Barreiras ocorre em contraste com o relevo mais dissecado das colinas do embasamento. Este compartimento apresenta uma ampla distribuição de depósitos da Formação Barreiras._____	<b>46</b>

<b>Figura 5.5 -</b>	Destaque para três afloramentos representativos da Formação Barreiras na região do setor II. _____	<b>47</b>
<b>Figura 5.6 -</b>	Destaque do setor III. Observam-se colinas bastante dissecadas do embasamento, com pequenas ocorrências da Formação Barreiras. ___	<b>48</b>
<b>Figura 5.7 -</b>	Destaque para quatro afloramentos representativos dos depósitos da Formação Barreiras na região do setor III. _____	<b>49</b>
<b>Figura 5.8 -</b>	Destaque do setor IV, que apresenta ocorrências bastante restritas da Formação Barreiras. A foto corresponde a um afloramento representativo da área e estudado por Moraes (2001). _____	<b>50</b>
<b>Figura 5.9 -</b>	Mapa da distribuição da Formação Barreiras na área entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com o mapa elaborado por Martin <i>et al.</i> (1997). _____	<b>52</b>
<b>Figura 5.10 -</b>	Mapa da distribuição da Formação Barreiras na área entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com o mapa elaborado por Silva & Cunha (2001). _____	<b>53</b>
<b>Figura 5.11 -</b>	Mapa da distribuição da Formação Barreiras na área entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com o mapa elaborado por Ferreira (1999). _____	<b>54</b>
<b>Figura 5.12 -</b>	Mapa da distribuição da Formação Barreiras entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com a integração dos mapas geológicos das folhas Macaé e São Fidélis 1:100.000 (Almeida <i>et al.</i> , 2009 e Nogueira <i>et al.</i> , 2009). _____	<b>55</b>
<b>Figura 5.13 -</b>	Mapa da distribuição da Formação Barreiras entre Macaé e Búzios em comparação com os mapas elaborados por Martin <i>et al.</i> (1997), Silva & Cunha (2001) e Schmitt <i>et al.</i> (2009). _____	<b>56</b>
<b>Figura 5.14 -</b>	Mapa de lineamentos da área de estudo e rosetas de frequência de direção para a área total e de cada compartimento geomorfológico. _	<b>59</b>
<b>Figura 5.15 -</b>	Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N36-72E e mapa de densidade de lineamentos de direção N36-72E, com a interpretação dos <i>trends</i> principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento. _____	<b>60</b>

- Figura 5.16** - Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N72-90E/N72-90W e mapa de densidade de lineamentos de direção N72-90E/N72-90W, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento. \_\_\_\_\_ **61**
- Figura 5.17** - Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N36-72W e mapa de densidade de lineamentos de direção N36-72W, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento. \_\_\_\_\_ **62**
- Figura 5.18** - Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N0-36E e mapa de densidade de lineamentos de direção N0-36E, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento. \_\_\_\_\_ **63**
- Figura 5.19** - Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N0-36W e mapa de densidade de lineamentos de direção N0-36W, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento. \_\_\_\_\_ **64**
- Figura 5.20** - Mapa de lineamentos identificados na área de ocorrência da Formação Barreiras. Estão assinalados os pontos com dados estruturais. \_\_\_\_\_ **66**
- Figura 5.21** - Falha normal NE-SW afetando depósitos arenosos e conglomeráticos quaternários no ponto Cabiúnas-03, e estereograma representando os campos de esforços tectônicos associados à geração da falha. \_\_\_\_\_ **67**
- Figura 5.22** - Depósitos da Formação Barreiras afetados por falhas normais NE-SW no ponto Cabiúnas-06, e estereograma representando os campos de esforços tectônicos associados. \_\_\_\_\_ **68**
- Figura 5.23** - Depósitos da Formação Barreiras afetados por falhas de pequeno rejeito no ponto Carapebus-09 e estereogramas representando os campos de esforços tectônicos associados à geração de falhas normais NE-SW e à geração de falha normal NW-SE e dextral-normal WNW-ESE. \_\_\_\_\_ **69**
- Figura 5.24** - Depósitos da Formação Barreiras afetados por falhas normais e dextrais no ponto Macaé-22, e estereograma representando o campo de esforços tectônicos associado. \_\_\_\_\_ **70**

<b>Figura 5.25</b> - Depósitos da Formação Barreiras afetados por uma falha normal de orientação NE-SW no ponto Macaé-23, e estereogramas representando os campos de esforços tectônicos associados à geração de falhas normais NE-SW e à geração de falha dextral-normal NE-SW. _____	<b>71</b>
<b>Figura 5.26</b> - Depósitos da Formação Barreiras afetados por falha normal NW-SE e sinistral NNE-SSW compondo um gráben assimétrico no ponto Macaé-24, e estereograma representando o campo de esforços tectônicos associado. _____	<b>72</b>
<b>Figura 5.27</b> - Distribuição dos depósitos da Formação Barreiras na área investigada, lineamentos e dados estruturais identificados. _____	<b>74</b>
<b>Figura 5.28</b> - Quadro dos eventos tectônicos reconhecidos em estudos anteriores e no presente estudo na região Sudeste do Brasil (modificado de Ribeiro, 2010). _____	<b>75</b>
<b>Figura 5.29</b> - Mapa estrutural do Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990), com a localização dos pontos Cabiúnas-06 (investigado no presente estudo) e RM-08 (Morais, 2001), com a representação das falhas normais de orientação ENE que podem ser interpretadas. _____	<b>76</b>
<b>Figura 5.30</b> - Fácies Cmm, apresentando clasto com aproximadamente 3m de diâmetro. _____	<b>78</b>
<b>Figura 5.31</b> - Fácies Ccm, com clastos quartzosos. _____	<b>78</b>
<b>Figura 5.32</b> - Fácies Cci, com presença de clastos imbricados. _____	<b>79</b>
<b>Figura 5.33</b> - Conglomerados sustentados pelos clastos apresentando estratificação cruzada acanalada (fácies Cca), com intercalações de camadas arenosas. _____	<b>79</b>
<b>Figura 5.34</b> - Fácies Am, apresentando estruturas de bioturbação. _____	<b>80</b>
<b>Figura 5.35</b> - Arenitos grossos a muito grossos apresentando estratificação cruzada acanalada (fácies Ac). _____	<b>81</b>
<b>Figura 5.36</b> - Fácies Lm, apresentando mosqueamento. _____	<b>81</b>
<b>Figura 5.37</b> - Mapa de localização dos afloramentos representativos da associação de fácies 1. _____	<b>82</b>
<b>Figura 5.38</b> - Seção Carapebus-01 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico. _____	<b>84</b>
<b>Figura 5.39</b> - Seção Carapebus-04 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico. _____	<b>85</b>

<b>Figura 5.40</b> - Seção Carapebus-09 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.	<b>86</b>
<b>Figura 5.41</b> - Seção Macaé-04a - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.	<b>88</b>
<b>Figura 5.42</b> - Seção Macaé- 04b - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.	<b>89</b>
<b>Figura 5.43</b> - Seção Macaé-22 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.	<b>90</b>
<b>Figura 5.44</b> - Seção Macaé-42 - interpretação dos principais limites deposicionais e perfil faciológico.	<b>91</b>
<b>Figura 5.45</b> - Mapa de localização dos afloramentos representativos da associação de fácies 2.	<b>92</b>
<b>Figura 5.46</b> - Seção Cabiúnas-02 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.	<b>94</b>
<b>Figura 5.47</b> - Seção Cabiúnas-06 - interpretação dos principais limites deposicionais e perfil faciológico.	<b>95</b>
<b>Figura 5.48</b> - Seção Macaé-08 - vista geral da seção e perfil faciológico. Foto de detalhe da fácies Ccm.	<b>96</b>
<b>Figura 5.49</b> - Modelos fluviais interpretados para a Associação de Fácies 1: a) depósitos cascalhosos proximais (modelo 03 de Miall, 1996 - <i>deep, gravel bed braided</i> ), interpretado para os depósitos identificados nas seções Macaé-04 e Macaé-42; b) depósitos arenosos distais (modelo 10 de Miall, 1996 - <i>deep, perennial, sand bed braided</i> ), interpretado para os depósitos identificados nas seções Carapebus-01, Carapebus-04, Carapebus-09 e Macaé-22.	<b>97</b>
<b>Figura 5.50</b> - Modelo deposicional de leque aluvial dominado por fluxos de detritos (Miall, 1996).	<b>98</b>
<b>Figura 5.51</b> - Modelo deposicional de sistema fluvial entrelaçado associado a leques aluviais, proposto para os depósitos da Formação Barreiras na área investigada.	<b>98</b>
<b>Figura 5.52</b> - Mapa de distribuição das associações de fácies (seções investigadas: 1- Macaé-42; 2- Macaé-22; 3- Macaé-04; 4-Cabiúnas-06; 5- Cabiúnas-02; 6-Carapebus-04; 7- Carapebus-09; 8- Macaé-08; 9- Carapebus-01), sentidos de paleocorrentes medidas e representação das falhas normais de orientação ENE que podem ser interpretadas. O ponto RM-08 foi estudado por Morais (2001). As falhas na região oceânica foram extraídas de Schmitt <i>et al.</i> (2009).	<b>99</b>
<b>Figura 5.53</b> - Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras para análise petrográfica.	<b>100</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 5.1 -</b>	Quantidade e frequência de lineamentos classificados segundo a sua orientação e compartimento._____	<b>57</b>
<b>Tabela 5.2 -</b>	Relação dos afloramentos que apresentam dados estruturais._____	<b>65</b>
<b>Tabela 5.3 -</b>	Fácies sedimentares identificadas, incluindo código, diagnose, interpretação e sinonímia._____	<b>77</b>

## Sumário

Agradecimentos _____	v
Resumo _____	vi
<i>Abstract</i> _____	vii
Lista de figuras _____	viii
Lista de tabelas _____	ix
<b>1. INTRODUÇÃO</b> _____	1
<b>2. OBJETIVO</b> _____	3
<b>3. ÁREA DE ESTUDO</b> _____	4
3.1 Localização e acessos _____	4
3.2 Geologia Regional _____	5
3.2.1 Embasamento _____	5
3.2.1.1 Complexos gnáissicos _____	7
3.2.1.2 Suítes intrusivas _____	8
3.2.2 Evolução Mesozoica-Cenozoica _____	9
3.2.2.1 Bacia de Campos _____	9
3.2.2.2 Sedimentação quaternária _____	11
3.2.2.3 Tectônica cenozoica no Sudeste do Brasil _____	13
3.2.3 Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro _____	16
3.3 Geomorfologia _____	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> _____	28
4.1 Mapeamento da Formação Barreiras _____	28
4.2 Análise de lineamentos _____	33
4.3 Análise estrutural _____	35
4.4 Análise faciológica _____	37
4.5 Análise petrográfica _____	38



<b>5. RESULTADOS</b>	42
5.1 Mapeamento da Formação Barreiras	42
5.1.1 Mapa de distribuição da Formação Barreiras	42
5.1.2 Análise de lineamentos e de dados estruturais	57
5.1.2.1 Fases tectônicas	73
5.2 Análise faciológica	77
5.2.1 Fácies sedimentares	77
5.2.1.1 Fácies Cmm	78
5.2.1.2 Fácies Ccm	78
5.2.1.3 Fácies Cci	79
5.2.1.4 Fácies Cca	79
5.2.1.5 Fácies Am	80
5.2.1.6 Fácies ALm	80
5.2.1.7 Fácies Ac	80
5.2.1.8 Fácies Lm	81
5.2.2 Associações de fácies	81
5.2.2.1 Associação de fácies 1	82
5.2.2.2 Associação de fácies 2	91
5.2.3 Interpretação paleoambiental	97
5.3 Análise petrográfica	100
5.3.1 Fácies Am	101
5.3.2 Fácies ALm	106
5.3.3 Aspectos diagenéticos	109
<b>6. CONCLUSÕES</b>	110
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	112

Anexo 1: Tabela de pontos identificados

Anexo 2: Mapas com os pontos identificados

Anexo 3: Tabela de dados estruturais

## 1. INTRODUÇÃO

A Formação Barreiras é considerada um importante marco estratigráfico do Cenozoico do Brasil, por apresentar uma ampla distribuição ao longo da costa brasileira, ocorrendo desde o Amapá até o Rio de Janeiro. A maioria dos estudos a respeito desta unidade tem sido realizada nas regiões Norte e Nordeste do país, de onde provém a idade mais confiável para seus depósitos, miocênica, com base em registros palinológicos (Arai *et al.*, 1988) e da geocronologia de minerais supergênicos (Lima, 2008). Por outro lado, os trabalhos realizados sobre a Formação Barreiras na região Sudeste do Brasil ainda são poucos, destacando-se os estudos realizados por Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) na região Norte Fluminense, e Morais (2007) na área emersa da bacia do Espírito Santo.

Os mapas realizados por Martin *et al.* (1997, escala 1:200.000), Bizzi *et al.* (2003, escala 1:1.000.000) e Ribeiro (2010, escala 1:250.000) mostram que, na região Sudeste do Brasil, a Formação Barreiras apresenta-se de forma contínua a norte da cidade de Vitória (ES), na área emersa da bacia do Espírito Santo, e de maneira segmentada na porção a sul de Vitória (ES) até Búzios (RJ), na área emersa da bacia de Campos. Especificamente na região entre Vitória (ES) e Campos dos Goytacazes (RJ), Ribeiro (2010) associou a descontinuidade da distribuição da Formação Barreiras a uma compartimentação pós-deposicional relacionada a dois eventos neotectônicos: transcorrência dextral E-W, pleistocênico-holocênico; e distensão NW-SE, holocênico. O controle neotectônico na distribuição da Formação Barreiras também é observado na região Nordeste do Brasil (Nogueira *et al.*, 2006), podendo se admitir a hipótese de a Neotectônica representar, em uma escala regional, o principal condicionante para a distribuição dos depósitos da Formação Barreiras.

Quanto aos aspectos sedimentológicos e de interpretação paleoambiental da Formação Barreiras, tem sido admitida uma origem continental, embora estudos realizados nas regiões Norte e Nordeste indiquem uma influência de processos costeiros (Arai, 2006; Rossetti, 2006; Rossetti & Dominguez, 2011). Na região Sudeste, Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) interpretaram os depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro, e Morais (2007) no estado do Espírito Santo, como associados, em geral, a um sistema fluvial entrelaçado, sendo compostos predominantemente por arenitos, maciços ou apresentando estratificação cruzada acanalada, com níveis conglomeráticos, em pacotes de geometrias tabulares ou lenticulares extensas, intercalados com lamitos. Na região de Búzios (RJ), particularmente, Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) descreveram depósitos de conglomerados muito grossos, polimíticos, maciços, em corpos lenticulares, intercalados com

arenitos com matriz lamosa a lamitos, relacionando-os à sedimentação em leques aluviais. Em estudo mais recente, Walter (2011) também correlacionou depósitos descritos na Região dos Lagos Fluminenses a ambientes fluviais e de leques aluviais. Com base nas características faciológicas, que se diferenciam das apresentadas pela Formação Barreiras na região Norte Fluminense e no Espírito Santo, e relações morfotectônicas, estes autores propõem que tais sedimentos estejam relacionados com a evolução tectônica dos grábens da Guanabara e de Barra de São João, de idade eocênica-oligocênica. Quanto a isto, depósitos anteriormente atribuídos à Formação Barreiras na bacia sedimentar do Macacu (no contexto do Gráben da Guanabara), foram estudados por Ferrari (2001) e incluídos na Formação Macacu (Eoceno-Oligoceno). Desta maneira, surge uma interessante questão a respeito da correlação entre a Formação Barreiras e as unidades estratigráficas que compõem as bacias do Rifte Continental do Sudeste do Brasil, principal feição geotectônica e sedimentar do Sudeste brasileiro.

Poucos estudos petrográficos são disponíveis a respeito da Formação Barreiras. Entre estes, Costa (2010) e Rocha (2010) realizaram análises petrográficas em amostras lutíticas e areníticas coletadas em depósitos da Formação Barreiras aflorantes na região Norte Fluminense. Segundo estes autores, os processos eodiagenéticos sofridos pela Formação Barreiras resultaram em elevado teor de fração argilosa nas fácies areníticas (pela decomposição de grãos de feldspatos) e grau variável de cimentação, particularmente por óxidos de ferro, justificando os principais aspectos caracteristicamente apontados para a descrição da unidade (arenitos argilosos e ferruginizados). Tais características, somadas à formação de porosidade secundária (com baixa conectividade), restringem a qualidade destes depósitos como reservatórios, embora na região Norte Fluminense a Formação Barreiras constitua um dos principais aquíferos da região (Costa, 2010).

As diferentes questões acima apontadas a respeito da Formação Barreiras, em diferentes escalas de análise, motivaram a realização do presente estudo, tendo sido selecionada a região entre Búzios e Campos dos Goytacazes para seu desenvolvimento em função de esta apresentar poucos estudos anteriores e pela possibilidade de investigar a Formação Barreiras no contexto do conjunto de riftes cenozoicos do Sudeste do Brasil.

## 2. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral realizar uma análise multiescalar da Formação Barreiras na área emersa da bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro, envolvendo mapeamento geológico (escala 1:250.000), análises faciológicas, estruturais e petrográficas. Pretendeu-se investigar os controles da distribuição dos depósitos da Formação Barreiras na área de estudo, bem como realizar uma interpretação paleoambiental e obter informações sobre aspectos texturais, composicionais e diagenéticos.

A definição dos limites da área de estudo teve como orientação a melhor caracterização de depósitos, ainda pouco estudados, que se encontram a sul de ocorrências descritas na literatura como típicas da Formação Barreiras (na região de Campos dos Goytacazes) e a norte de ocorrências de sedimentos cenozoicos correlacionáveis aos grábens da Guanabara e de Barra de São João, no contexto do Rifte Continental do Sudeste do Brasil.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 Localização e acessos

A área de interesse do presente estudo localiza-se na porção costeira da região Norte do Estado do Rio de Janeiro, abrangendo os municípios de Campos dos Goytacazes, Quissamã, Carapebus, Macaé, Rio das Ostras, Cabo Frio e Armação dos Búzios. A área está localizada entre os paralelos  $21^{\circ}40'$  e  $22^{\circ}50'$  de latitude sul e os meridianos  $41^{\circ}00'$  e  $42^{\circ}10'$  de longitude oeste (Figura 3.1). A rodovia federal BR-101 é o principal acesso para a área de estudo, ligando as cidades do Rio de Janeiro e Campos dos Goytacazes. Paralela à BR-101, a rodovia RJ-106 é outro acesso importante para a área, com trajeto pelo litoral até a cidade de Macaé. Há também diversas rodovias estaduais ao longo da área investigada.

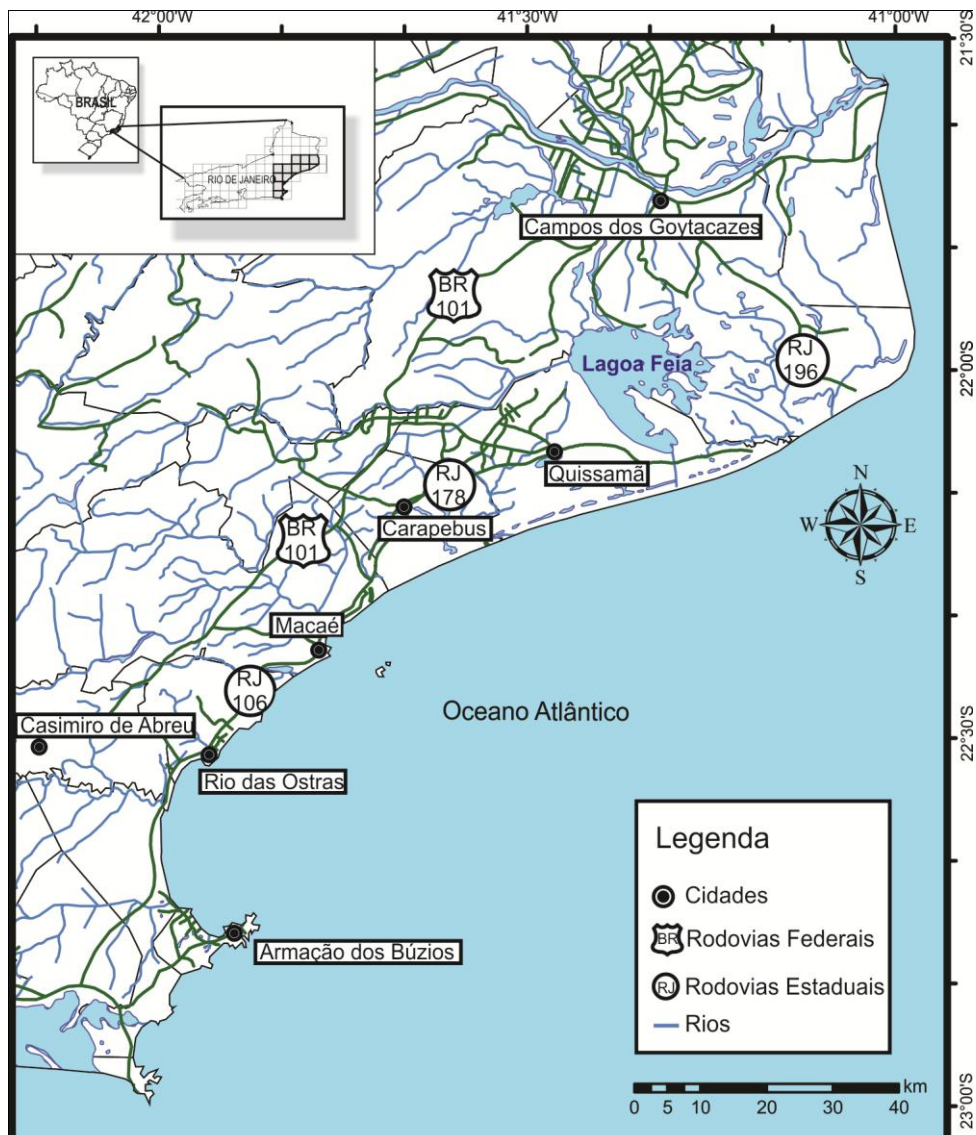


Figura 3.1: Mapa de localização da área de estudo, destacando-se as principais cidades e rodovias da área.

## 3.2 Geologia regional

A geologia da área de estudo pode ser dividida em dois conjuntos principais: o embasamento pré-cambriano e os terrenos sedimentares de idade cenozoica. O embasamento pré-cambriano ocupa a maior porção da região, estando associado a compartimentos geomorfológicos serranos e de colinas baixas. Os terrenos de idade cenozoica são representados pelas rochas sedimentares da Formação Barreiras (Mioceno) e pelas planícies quaternárias, bastante desenvolvidas junto às desembocaduras dos principais rios, especialmente o rio Paraíba do Sul.

A área de estudo encontra-se na região emersa adjacente à bacia de Campos, relacionada com a evolução da margem continental brasileira durante o Mesozoico e o Cenozoico. Na porção oceânica adjacente ao litoral entre Búzios e Macaé, foi reconhecido por Mohriak & Barros (1990) um gráben assimétrico de idade cenozoica (Gráben de Barra de São João), inserido na feição geotectônica denominada de *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB).

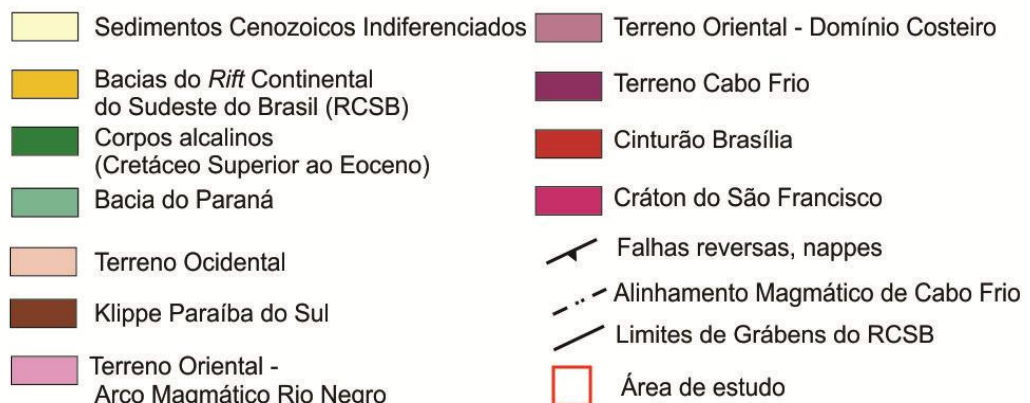
### 3.2.1 EMBASAMENTO

A geologia do estado do Rio de Janeiro está inserida no contexto do Cinturão Ribeira, incluído no segmento central na Província Mantiqueira. Este complexo orogênico, de idade neoproterozoica, está associado ao evento conhecido como Ciclo Brasileiro, no qual ocorreram sucessivas colisões entre placas, microplacas e arcos de ilhas durante a amalgamação do paleocontinente Gondwana Ocidental (Heilbron *et al.*, 2004) - Figura 3.2.

O Cinturão Ribeira apresenta um *trend* geral de direção NE-SW e é subdividido em quatro terrenos tectonoestratigráficos: Cabo Frio, Oriental, Paraíba da Sul e Ocidental (Heilbron *et al.*, 2004). A porção costeira do estado do Rio de Janeiro, área de estudo do presente trabalho, insere-se nos terrenos Oriental e Cabo Frio (Figura 3.3).



**Figura 3.2:** Mapa das províncias estruturais presentes na região Sudeste do Brasil associadas à evolução do paleocontinente Gondwana (segundo Bizzi *et al.*, 2003) sobre modelo digital de elevação (*in* Ribeiro, 2010). Os retângulos em vermelho delimitam a Província Mantiqueira no paleocontinente Gondwana (à esquerda) e a área representada na Figura 3.3 (à direita).



**Figura 3.3:** Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil, segundo Riccomini *et al.* (2004).

O Terreno Oriental teve seu principal período de colisão em *ca.* 580 Ma, já o Terreno Cabo Frio possui uma história evolutiva posterior (*ca.* 520 Ma) e apresenta estruturação geral segundo a direção noroeste (Heilbron *et al.*, 2004). As rochas que compõem estes terrenos correspondem a complexos gnáissicos e suítes magmáticas intrusivas.

O magmatismo alcalino que atingiu a plataforma brasileira durante o final do Mesozoico e início do Cenozoico é representado na área pelo maciço alcalino do Morro São João, composto principalmente por sienitos nefelínicos (Silva & Cunha, 2001 - Figura 3.4).

### 3.2.1.1 Complexos gnáissicos

Segundo o mapa geológico do Rio de Janeiro (Silva & Cunha, 2001), na área de estudo afloram três complexos gnáissicos:

- **Complexo Região dos Lagos:** hornblenda-biotita ortognaisses, de idade paleoproterozoica, bandados/dobrados, cinzentos, de composição tonalítica a granítica, com abundantes paleodiques anfibolíticos deformados. Caracteriza-se por foliações com mergulhos fracos, ora para nordeste, ora para sudeste, e por forte e persistente lineação de estiramento, com indicação de transporte para NW (Silva & Cunha, 2001).

- **Complexo Paraíba do Sul:** Silva & Cunha (2001) subdividiram o Complexo Paraíba do Sul, de idade meso/neoproterozoica, em três unidades: São Fidélis, Italva e Itaperuna, sendo apenas a primeira aflorante na área de estudo. A unidade São Fidélis é constituída essencialmente por metassedimentos detríticos, pelito-grauvaqueanos: granada-biotita-(sillimanita) gnaisses quartzo-feldspáticos (metagrauvas), com ocorrência generalizada de bolsões e veios de leucossomas graníticos derivados de fusão parcial *in situ* e injeções. Por vezes são observadas intercalações de quartzitos, rochas metacarbonáticas e calcissilicáticas, além de corpos de anfibolitos e concentrações manganésíferas (Silva & Cunha, 2001).

- **Complexo Búzios:** paragnaisses quartzo-feldspáticos e cianita-sillimanita-granada-biotita xistos, intercalados com granada anfibolito e gnaisse calcissilicático. Regionalmente ocorrem leucogranitos granadíferos formados por fusão parcial *in situ*. Nos domínios com baixa taxa de *strain*, algumas estruturas sedimentares encontram-se preservadas (Silva & Cunha, 2001).



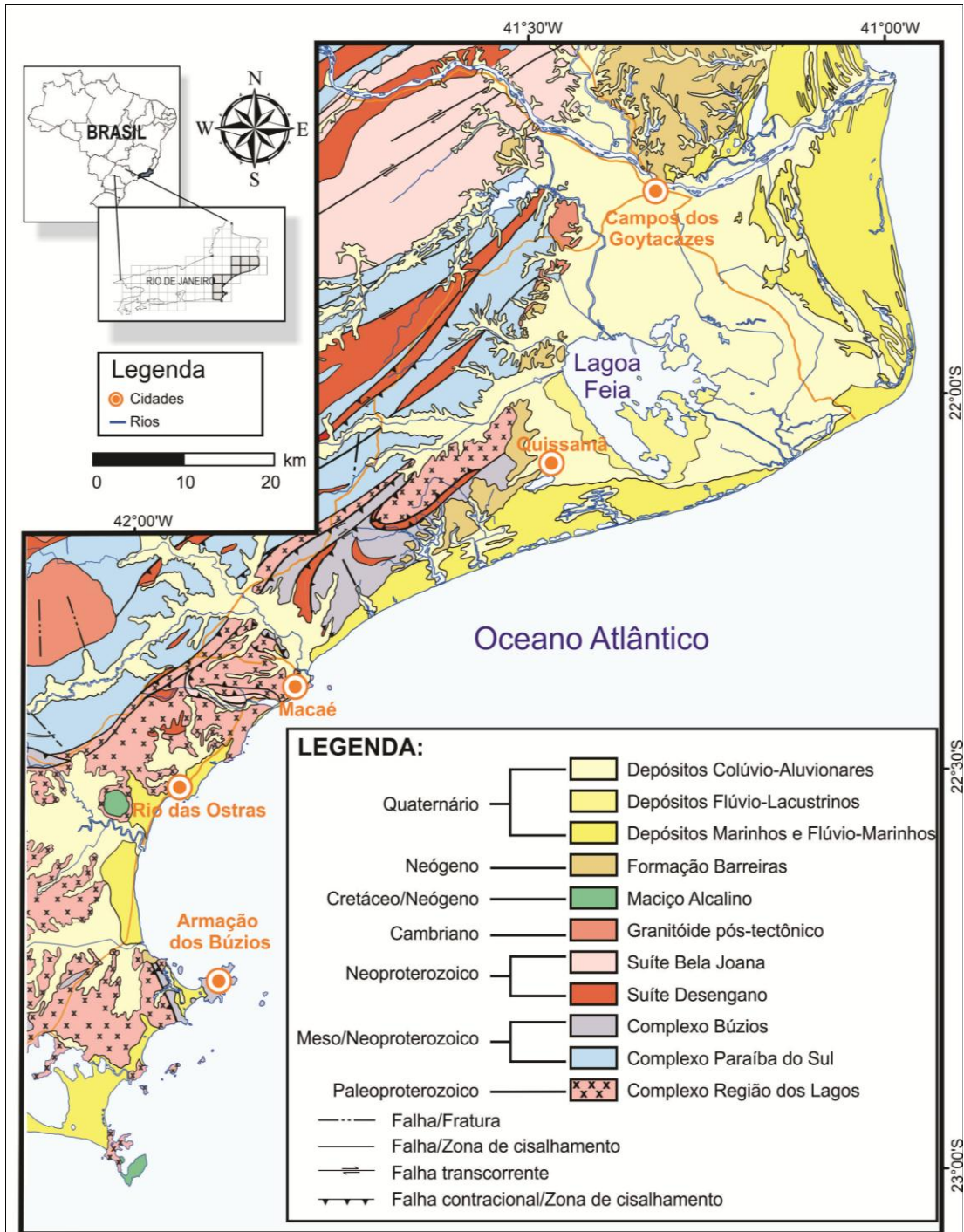


Figura 3.4: Mapa geológico da área de estudo (Silva & Cunha, 2001).

### 3.2.1.2 Suítes intrusivas

Na área de estudo afloram as suítes Desengano e Bela Joana (Neoproterozoico) e granitóides pós-tectônicos (Cambriano).

- **Suíte Desengano:** granitos tipo-S, com granada, muscovita e biotita, de granulação grossa, texturas granoblástica e porfírica, com forte foliação transcorrente. Localmente podem ser observados domínios charnockíticos portadores de granada e ortopiroxênio.

Xenólitos e restitos de paragneisses parcialmente fundidos (migmatitos de injeção) ocorrem com frequência. São plútons sintectônicos associados a um regime transpressivo dextral, de direção NE-SW, apresentando discreta a forte foliação milonítica sobreposta à textura magmática (Silva & Cunha, 2001).

- **Suíte Bela Joana:** granada-hornblenda-clinopiroxênio-ortopiroxênio charnockito de granulação grossa, textura magmática equigranular a porfírica preservada, isotrópico a foliado, associado a enderbite e norito (Silva & Cunha, 2001).

- **Granitóides pós-tectônicos:** (hornblenda)-biotita granitóides do tipo-I, de granulação fina a média, textura equigranular a porfírica, localmente com foliação de fluxo magmático preservado. Ocorrem como corpos tabulares, diques, e pequenos batólitos cortando as rochas regionais. Ocorrem também como plútons homogêneos (Silva & Cunha, 2001).

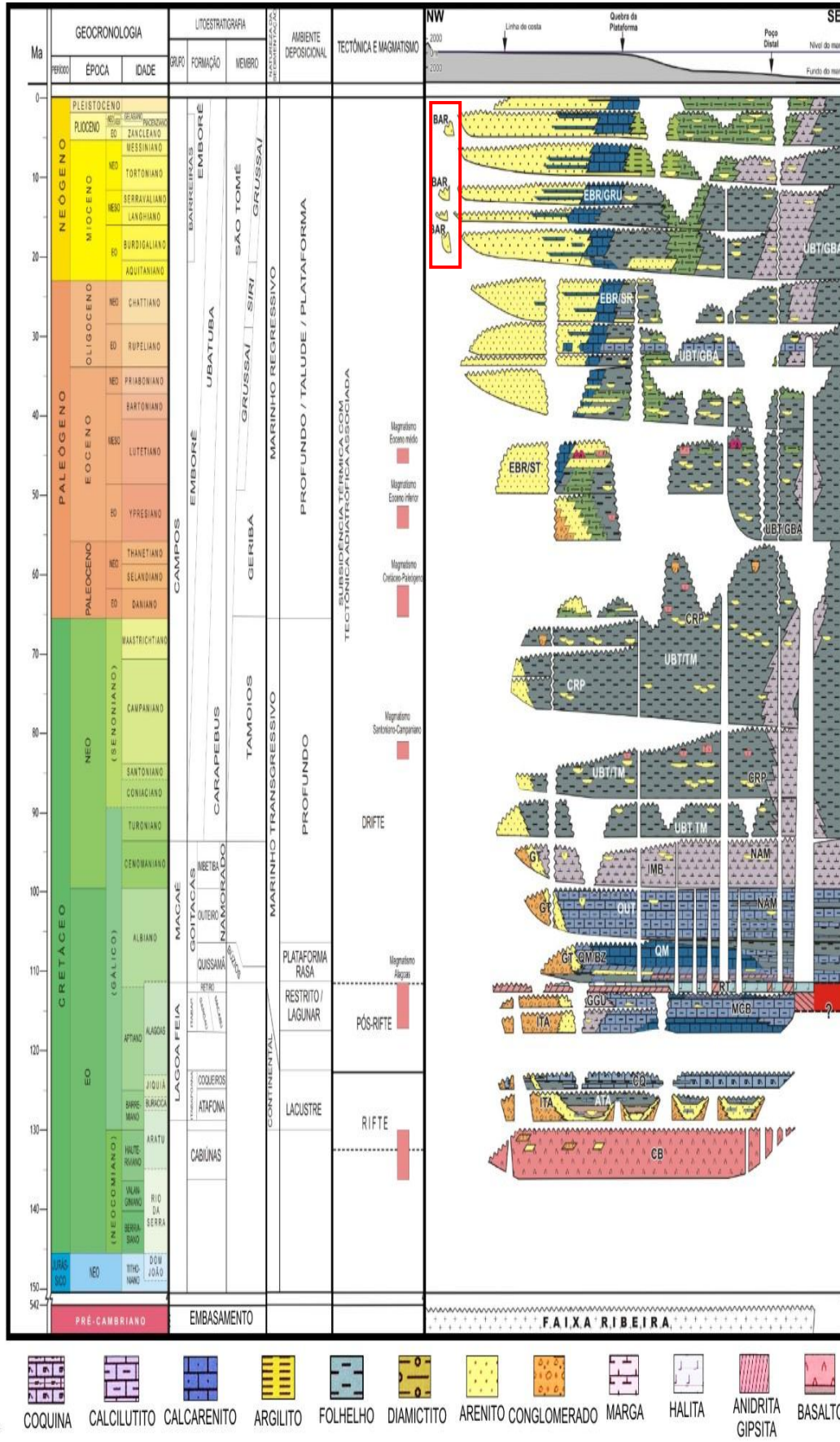
### 3.2.2 EVOLUÇÃO MESOZOICA-CENOZOICA

A geologia da área de estudo no que se refere ao Mesozoico-Cenozoico está relacionada com a evolução da bacia de Campos, na região oceânica; a sedimentação quaternária, particularmente representada na porção costeira; e com eventos tectônicos cenozoicos relacionados ao contexto do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, representado na área pelo Gráben de Barra de São João.

#### 3.2.2.1 Bacia de Campos

A bacia de Campos localiza-se na região oceânica adjacente ao litoral norte do estado do Rio de Janeiro e sul do estado do Espírito Santo, entre Cabo Frio (RJ) e Vitória (ES). Os seus limites estruturais correspondem aos altos de Cabo Frio, a sul, e de Vitória, a norte (Winter *et al.*, 2007). Juntamente com as demais bacias sedimentares da margem continental brasileira, é classificada como uma bacia de margem continental divergente, tendo sua evolução relacionada aos movimentos distensivos que resultaram na separação dos continentes sul-americano e africano, iniciados no Jurássico Final/Cretáceo Inicial.

Diversos estudos têm sido realizados sobre a estratigrafia da bacia de Campos, sendo a coluna estratigráfica mais recente proposta por Winter *et al.* (2007 – Figura 3.5). Segundo esta coluna, a sedimentação da bacia pode ser dividida em três fases tectônicas: Rife, Pós-Rife e Drifte.



**Figura 3.5:** Coluna estratigráfica da bacia de Campos (Winter *et al.*, 2007). Destaque para o registro da Formação Barreiras (Neógeno) na área emersa da bacia.

Na Fase Rife (do Hauteriviano ao início do Aptiano), sobre os basaltos da Formação Cabiúnas, depositaram-se sedimentos continentais (conglomerados, arenitos, siltitos e folhelhos avermelhados e carbonatos lacustres). Diques de rochas básicas, com direção preferencial NE-SW, correlacionáveis ao magmatismo Cabiúnas, estão bem representados na área emersa. Durante a Fase Pós-Rife (final do Aptiano), a sedimentação denota um ambiente transicional (lagunar a marinho restrito). A Fase Drifte da bacia (do Albiano ao Recente) é representada por sedimentos associados a ambientes desde plataforma rasa até marinho profundo, sendo marcada por episódios transgressivos e regressivos. Durante o Cenozoico, apresenta uma tendência predominantemente regressiva (Winter *et al.*, 2007).

A Formação Barreiras (Mioceno-Plioceno) ocorre apenas na porção emersa da bacia de Campos e é caracterizada predominantemente por arenitos, em geral bastante ferruginizados, com lamitos intercalados. Tem sido associada a uma deposição em ambiente fluvial entrelaçado, com contribuições de leques aluviais (Morais, 2001; Morais *et al.*, 2006; Winter *et al.*, 2007). No item 3.2.3, a distribuição e as características dos depósitos da Formação Barreiras serão abordadas de forma mais detalhada.

Além das rochas vulcânicas formadas na Fase Rife (Formação Cabiúnas), outras cinco fases de magmatismo são identificadas na bacia de Campos: no Aptiano-Albiano, Santoniano-Campaniano, Cretáceo-Paleógeno, Eoceno inicial e Eoceno médio (Winter *et al.*, 2007).

### 3.2.2.2 Sedimentação Quaternária

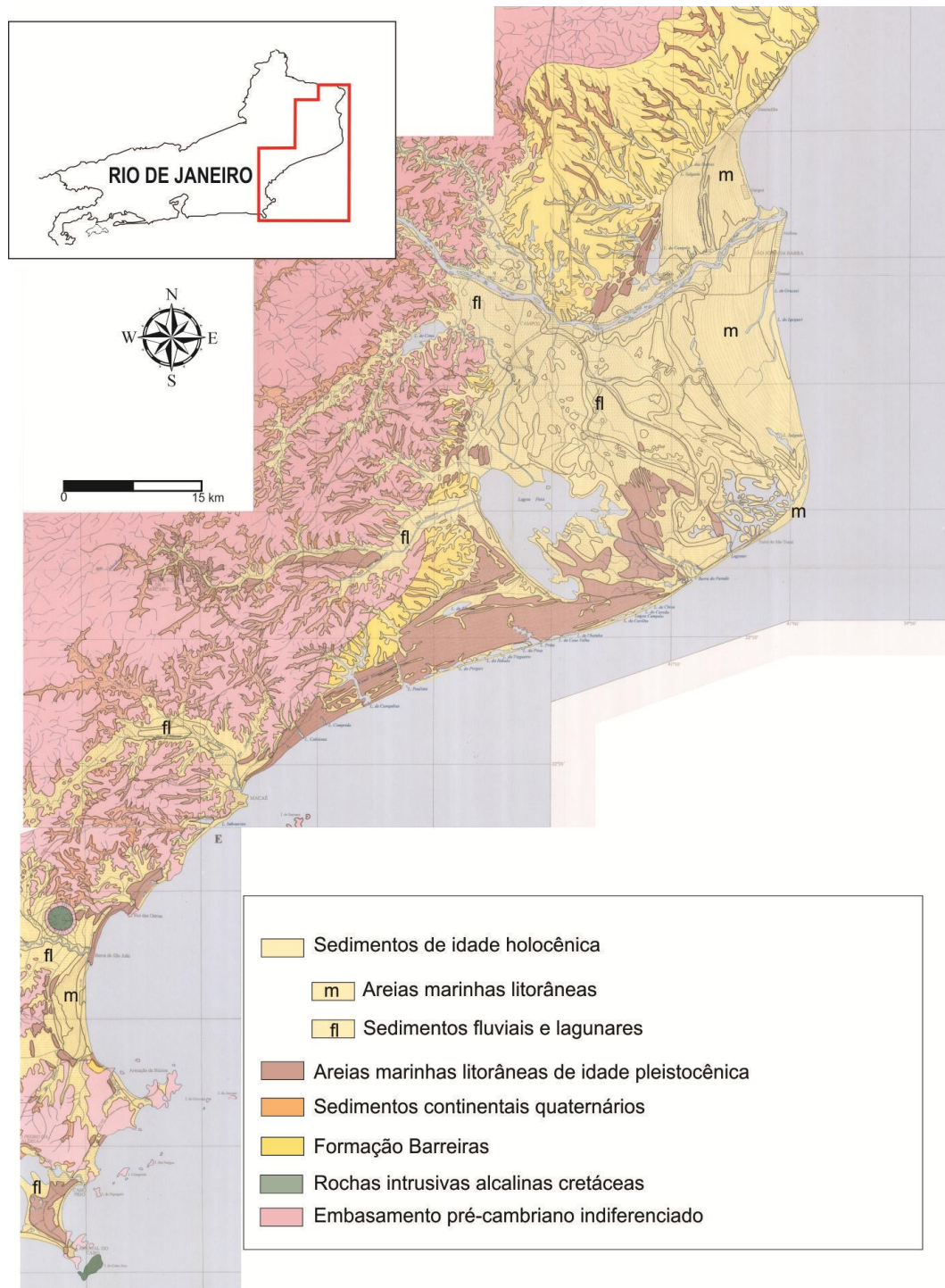
Segundo Martin *et al.* (1997), os depósitos de idade quaternária que ocorrem na porção costeira do estado do Rio de Janeiro correspondem a terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, depósitos lagunares holocênicos e depósitos aluviais e coluviais (Figura 3.6):

- **Terraços marinhos pleistocênicos:** sedimentos arenosos brancos em superfície e acastanhados em profundidade, devido à impregnação por matéria orgânica. Apresentam estratificação de baixo ângulo e espinha-de-peixe. Nestes sedimentos são encontrados tubos fossilizados de *Callichirus*, artrópodes marinhos cuja zona de vida corresponde à zona de maré baixa, evidenciando a origem marinha rasa desses depósitos (Martin *et al.*, 1997).

- **Terraços marinhos holocênicos:** depósitos arenosos brancos, podendo conter grandes quantidades de conchas e apresentando alinhamentos de cristas praias. Ocorrem de maneira contínua ao longo do litoral, variando sua extensão de algumas dezenas de metros até vários quilômetros na desembocadura do rio Paraíba do Sul. Estão situados nas porções externa e em geral mais baixas do que os terraços pleistocênicos (Martin *et al.*, 1997).

- **Depósitos lagunares holocênicos:** sedimentos sílticos e/ou areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, podendo frequentemente conter grande quantidade de conchas de moluscos de ambientes lagunares. Esses depósitos encontram-se nas zonas rebaixadas separando os terraços arenosos pleistocênicos e holocênicos ou nos cursos inferiores de grandes vales não preenchidos por sedimentos fluviais (Martin *et al.*,1997).

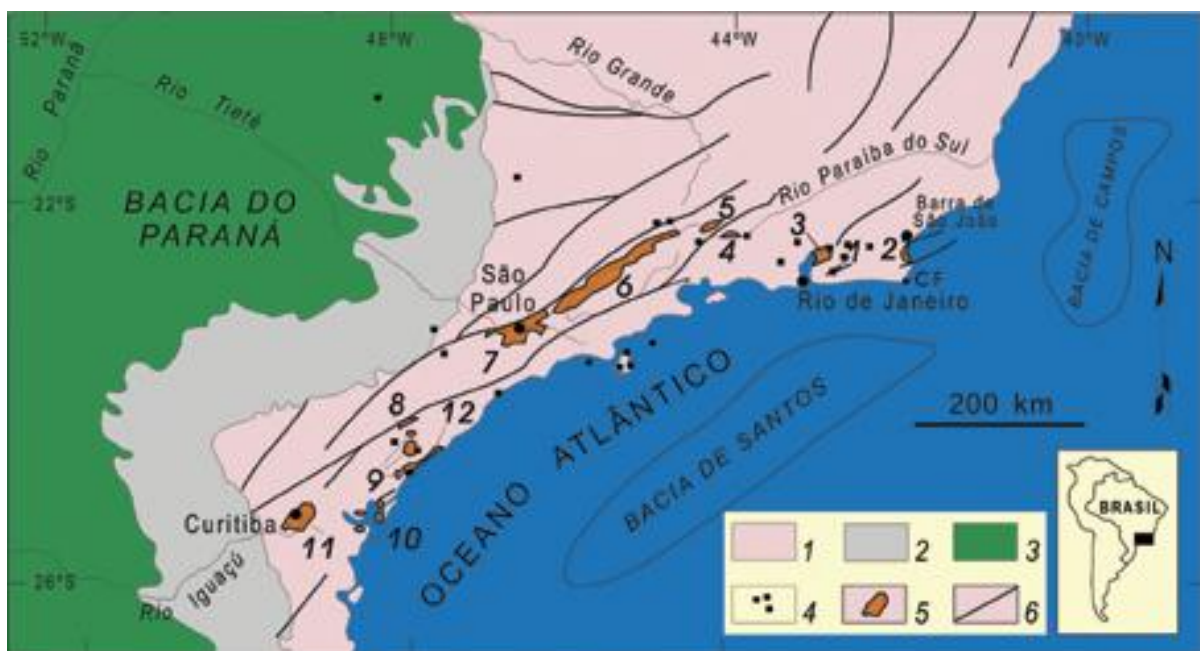
- **Depósitos aluviais e coluviais:** sedimentos arenosos e argilo-arenosos, bem desenvolvidos nos vales fluviais dos rios Paraíba do Sul e Macabu (Martin *et al.*,1997).



**Figura 3.6:** Mapa geológico do Quaternário costeiro da metade norte do estado do Rio de Janeiro (Martin *et al.*, 1997).

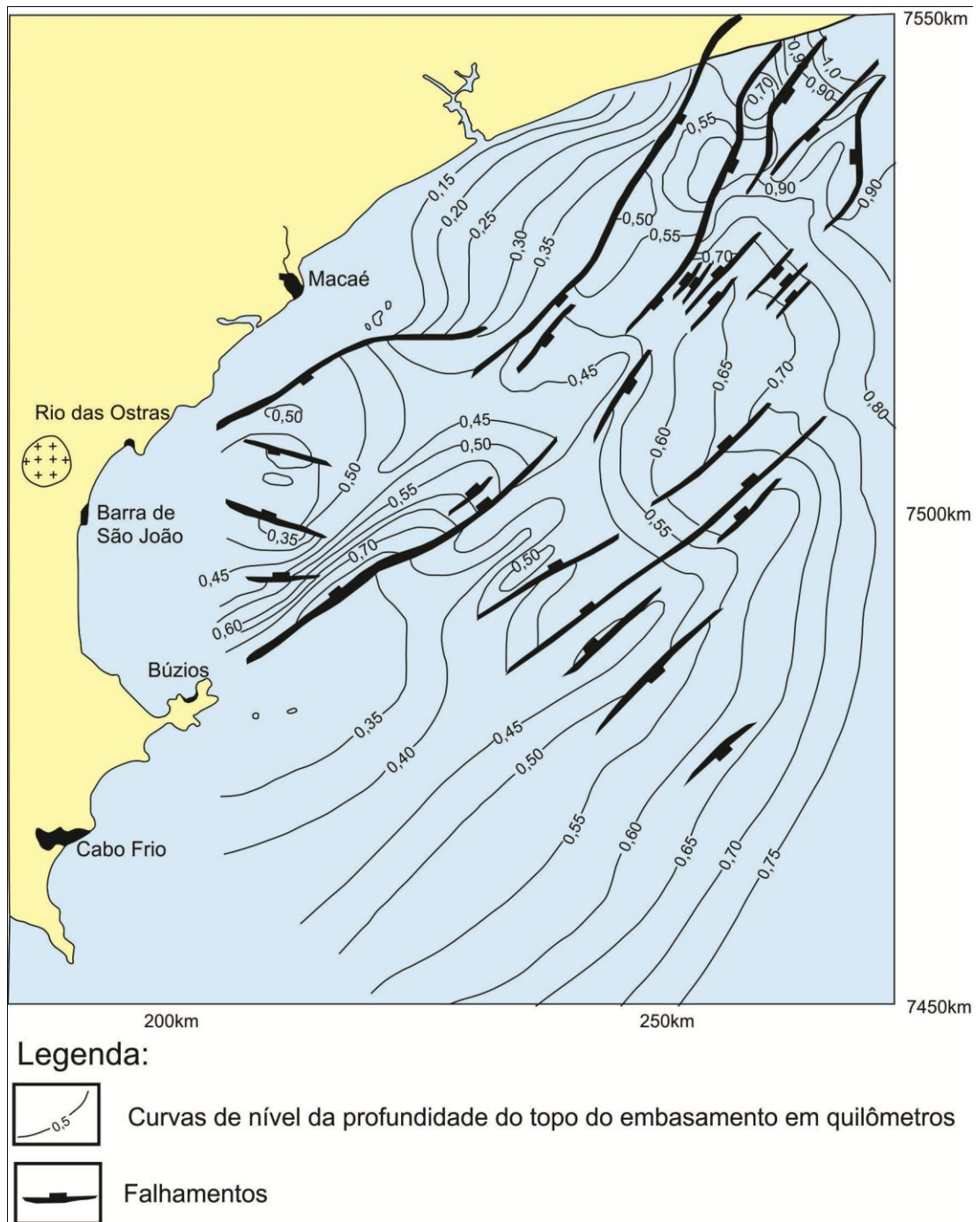
### 3.2.2.3 Tectônica cenozoica no Sudeste do Brasil

No Sudeste brasileiro, a feição geotectônica cenozoica de maior expressão foi definida, por Riccomini (1989), como *Rift Continental do Sudeste do Brasil* (RCSB – Figura 3.7) e corresponde a uma feição alongada na direção ENE, gerada a partir da reativação, durante o Paleógeno, com caráter distensivo, de zonas de cisalhamento preexistentes. Riccomini *et al.* (2004) identificaram três fases tectônicas deformadoras para o segmento central do RCSB, que inclui as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda: i) transcorrência sinistral de direção E-W, de idade neogênica; ii) transcorrência dextral de direção E-W, neogênica a quaternária; e iii) distensão de direção WNW-ESE, holocena.



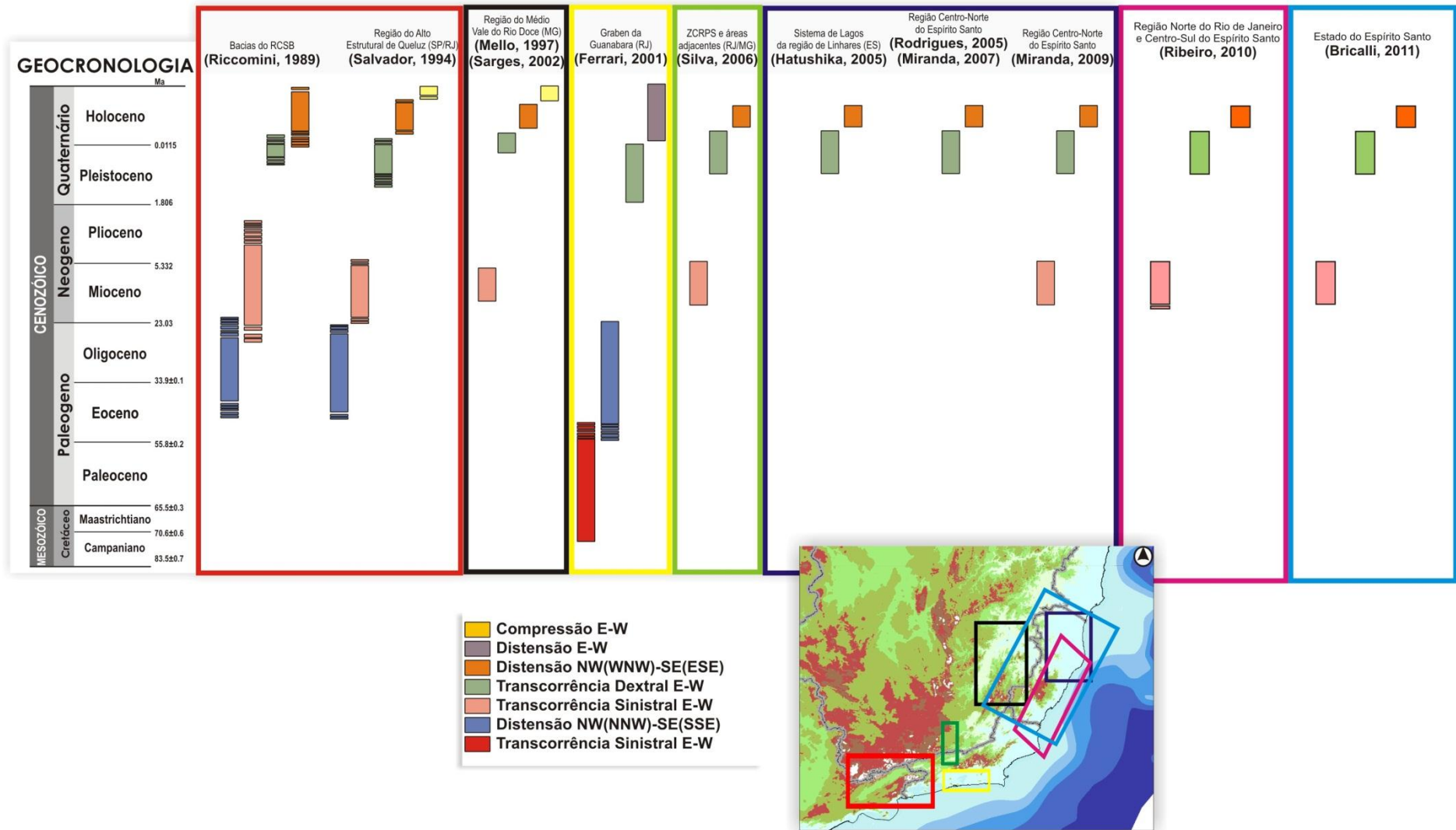
**Figura 3.7:** Contexto geológico regional do *Rift Continental do Sudeste do Brasil* (RCSB) - Riccomini *et al.* (2004): 1) embasamento pré-cambriano; 2) rochas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná; 3) rochas vulcânicas toleíticas eocretáceas da Formação Serra Geral; 4) rochas relacionadas ao magmatismo alcalino mesozoico-cenozoico; 5) bacias cenozoicas do rifte (1- Bacia de Itaboraí, 2- Gráben de Barra de São João, 3- Bacia do Macacu, 4- Bacia de Volta Redonda, 5- Bacia de Resende, 6- Bacia de Taubaté, 7- Bacia de São Paulo, 8- Gráben de Sete Barras, 9- Formação Pariqueira-Açu, 10- Formação Alexandra e Gráben de Guaraqueçaba, 11- Bacia de Curitiba, 12- Gráben de Cananéia); 6) zonas de cisalhamento pré-cambrianas, em parte reativadas durante o Mesozoico e Cenozoico. Deve-se ressaltar a localização do Gráben de Barra de São João na porção sul da área investigada no presente estudo (ver a representação da estruturação deste gráben na Figura 3.8).

Na margem continental da bacia de Campos, entre as cidades de Búzios e Macaé (porção sul da área de estudo), ocorre um pequeno gráben assimétrico, provavelmente de idade eocênica e com depocentro a latitude da cidade de Barra de São João - Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990 - Figura 3.8). Estes autores associaram a gênese do Gráben de Barra de São João à formação de outras bacias sedimentares cenozoicas no contexto do RCSB.



**Figura 3.8:** Mapa estrutural do Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990). Ver a localização deste gráben na Figura 3.7.

Eventos tectônicos/neotectônicos correlacionáveis aos reconhecidos por Riccomini *et al.* (2004) foram identificados por diversos autores para outras porções da região Sudeste do Brasil (Figura 3.9), incluindo a área investigada no presente estudo. Para a região norte fluminense, podem ser citados os trabalhos realizados por Tomaz (2003) e Ribeiro (2010); para as áreas de ocorrência da Formação Barreiras no Sudeste do Brasil, podem ser citados os estudos de Miranda (2009), Ribeiro (2010) e Bricalli (2011).



**Figura 3.9:** Quadro dos eventos neotectônicos reconhecidos em estudos anteriores no Sudeste do Brasil (modificado de Ribeiro, 2010).



Tomaz (2003) realizou estudos sobre os padrões estruturais que afetam os depósitos cenozoicos na porção emersa e na plataforma continental (até a isóbata de 100m) da bacia de Campos, com enfoque na região do delta do rio Paraíba do Sul (RJ). A partir da análise de lineamentos, de dados estruturais de planos de falhas e estrias coletados em afloramentos e da interpretação de linhas sísmicas, este autor identificou a atuação de dois eventos tectônicos: uma fase de transcorrência dextral E-W, associada a uma forte segmentação topográfica de direção NW; e uma fase de distensão NW-SE, relacionada com os lineamentos que delimitam compartimentos geomorfológicos de formato romboédrico. Tomaz (2003) observou, ainda, o prolongamento expressivo de lineamentos de direção NE-SW desde o interior do continente até a margem oceânica, sendo o prolongamento de lineamentos NW não tão frequente.

Análises de lineamentos e de dados estruturais também foram realizadas por Ribeiro (2010) na região a norte do presente estudo, entre o rio Paraíba do Sul (RJ) e o rio Doce (ES); por Miranda (2009) na porção centro-norte do estado do Espírito Santo; e por Bricalli (2011) para todo o estado do Espírito Santo. Estes autores também identificaram dois *trends* estruturais principais: NE-SW e NW-SE. Os lineamentos de orientação NE-SW foram identificados de modo mais concentrado na região do embasamento, interpretados como produto do controle litoestrutural da Faixa Ribeira e da Faixa Araçuaí, enquanto os lineamentos NW-SE ocorrem em grande concentração na área de ocorrência dos depósitos da Formação Barreiras. Miranda (2009) e Bricalli (2011) identificaram ainda um *trend* de orientação NNW-SSE associado à Faixa de Lineamentos Colatina. Os lineamentos NW-SE foram interpretados por Ribeiro (2010) como associados a estruturas rúpteis responsáveis pela compartimentação principal dos depósitos da Formação Barreiras.

### 3.2.3 FORMAÇÃO BARREIRAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

A Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro distribui-se pelo litoral norte, de maneira bastante segmentada. Depósitos cenozoicos associados a esta unidade estratigráfica ocorrem de forma expressiva a norte do rio Paraíba do Sul, na região de Campos dos Goytacazes, e de maneira mais restrita a sul do rio Paraíba do Sul até a Região dos Lagos.

Durante muito tempo (desde o século XIX), depósitos sedimentares presentes em áreas adjacentes à baía de Guanabara foram correlacionados à Formação Barreiras, mas a partir das décadas de 70 e de 80, com trabalhos de Meis & Amador (1972, 1974 e 1977) e mais tarde com o trabalho de Ferrari (2001) tais depósitos foram incluídos na Formação Macacu, pertencente à bacia do Macacu.

Os depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro foram mais bem caracterizados por Morais (2001) e Morais *et al.* (2006). Segundo estes autores, na região entre Quissamã e a divisa com o estado do Espírito Santo, a Formação Barreiras corresponde predominantemente a arenitos maciços ou com estratificação cruzada acanalada, intercalados a lamitos argilosos e arenosos, com pouca participação de camadas conglomeráticas. Tais depósitos foram interpretados como de ambiente fluvial entrelaçado distal, com pequena participação de fluxos gravitacionais.

Na região de Búzios, Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) identificaram conglomerados muito grossos, sustentados pela matriz, maciços, com clastos variando de seixo a matacão, associados a uma atuação importante de fluxos gravitacionais relacionados a mecanismos tectônicos sinsedimentares ligados à evolução do Gráben de Barra de São João.

Na Região dos Lagos (entre Maricá e Búzios), Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) observaram o predomínio de fácies de conglomerados sustentados pelos clastos com estratificação cruzada ou plano-paralela, intercaladas com arenitos maciços ou com estratificação cruzada acanalada e lamitos argilosos e arenosos. Os depósitos foram associados, pelos autores, a processos trativos de alta energia e de fluxos gravitacionais, que levaram à interpretação de um modelo deposicional de um ambiente fluvial entrelaçado dominado por cascalhos, com uma maior contribuição de fluxos gravitacionais.

Walter (2011) estudou depósitos cenozoicos na região de Maricá e Saquarema e observou que, faciologicamente, tais sedimentos poderiam estar relacionados com a porção superior da Formação Macacu, descrita por Ferrari (2001). No entanto, este autor ressalta que o fato de estes depósitos se encontrarem na região costeira, não estarem delimitados por uma bacia *stricto sensu*, e apresentarem feições geomorfológicas de colina suave, geraria a dúvida de uma possível correlação com a Formação Barreiras.

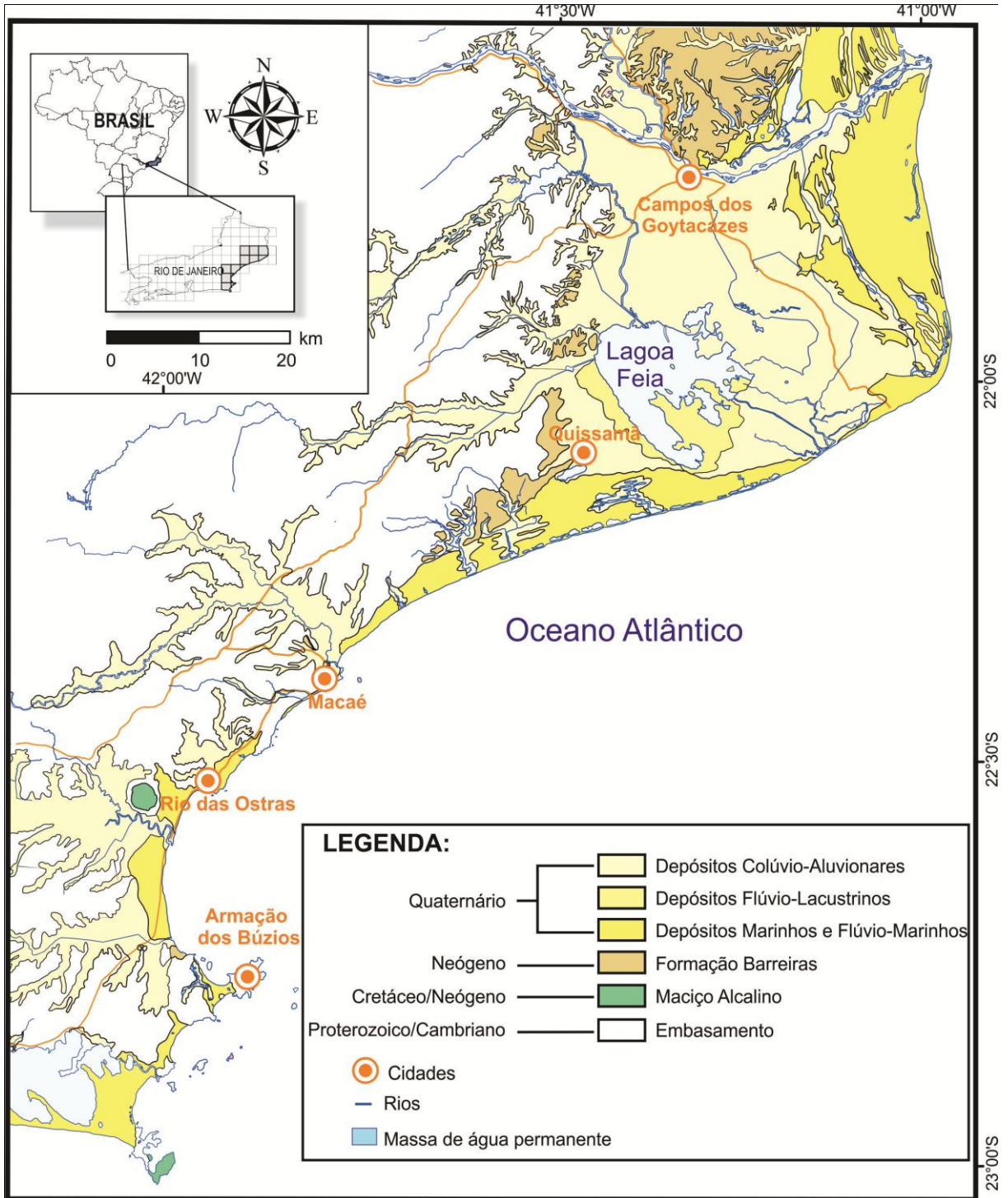
Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) haviam associado os depósitos da Formação Barreiras por eles estudados aos depósitos da Formação Resende (Ramos *et al.*, 2006) e da Formação Macacu (Ferrari, 2001), considerando as características faciológicas. Tal correlação e a falta de dados geocronológicos levaram Morais (2001) e Morais *et al.* (2006) a considerar a possibilidade de os sedimentos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro poderem ter se desenvolvido no contexto geotectônico do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB).

Diversos mapas geológicos elaborados para o estado do Rio de Janeiro apresentam contornos diferentes para a Formação Barreiras, o que evidencia a dificuldade do reconhecimento e mapeamento desta unidade.

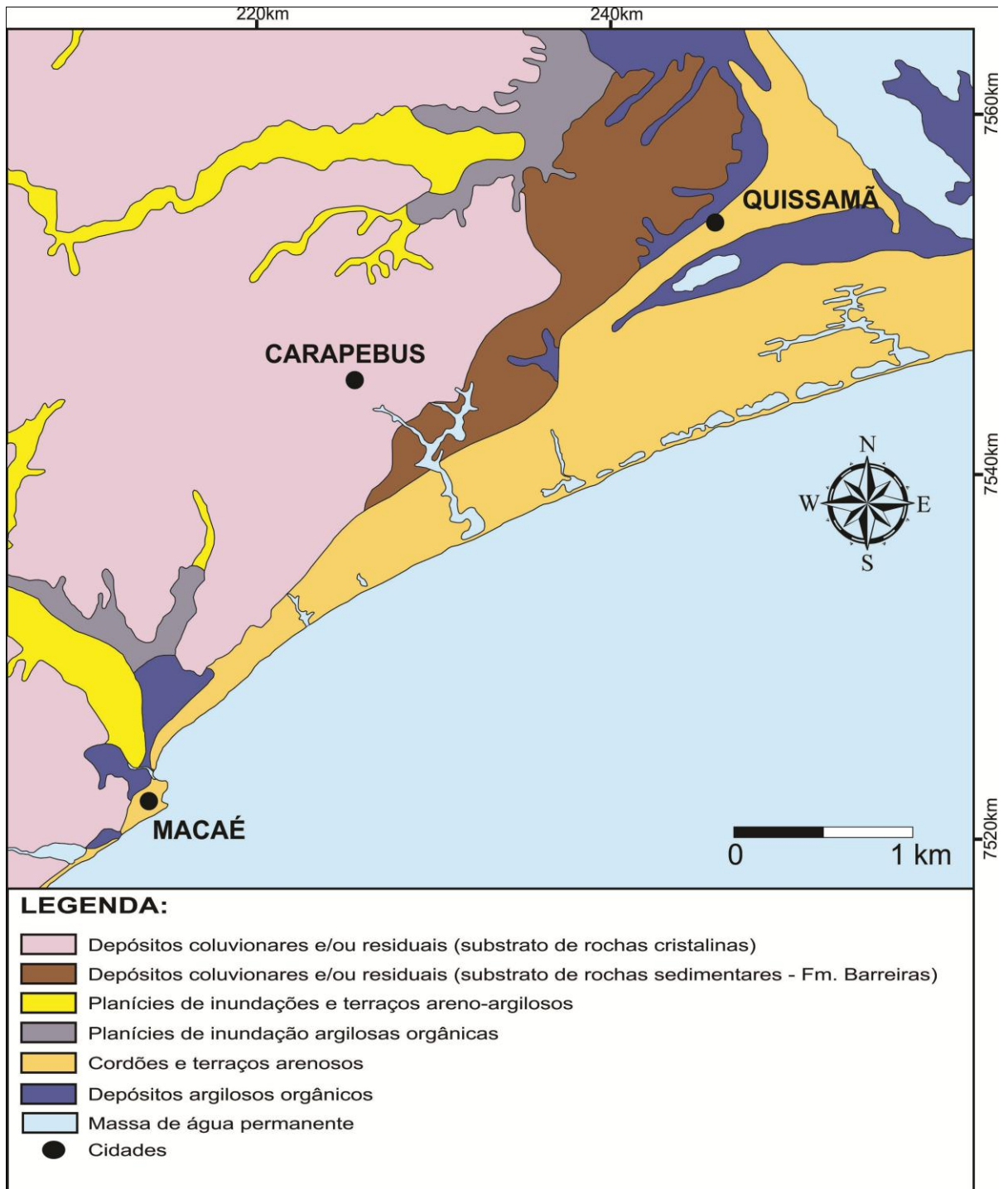
Nos mapas apresentados por Martin *et al.* (1997 – Figura 3.6) e Silva & Cunha (2001 - Figura 3.10), a Formação Barreiras é cartografada de maneira mais expressiva a norte do rio Paraíba do Sul e na região do município de Quissamã. No entanto, estes dois autores atribuem limites diferentes aos depósitos da Formação Barreiras nestas regiões. Ferreira (1999 - Figura 3.11) também registrou tais depósitos da região de Quissamã, atribuindo limites ainda diferentes dos autores anteriormente citados.

Em trabalhos mais recentes, Almeida *et al.* (2009) e Nogueira *et al.* (2009) apresentaram, respectivamente, os mapas geológicos das folhas Macaé e São Fidélis, na escala 1:100.000, no qual são propostos novos limites, mais amplos, para a Formação Barreiras (Figura 3.12). Almeida *et al.* (2009) cartografaram depósitos da Formação Barreiras de forma bastante expressiva na região de Macaé, em áreas antes atribuídas ao embasamento, e também ampliaram os limites dos depósitos da Formação Barreiras na região de Carapebus, a sul de Quissamã. Nogueira *et al.* (2009) mapearam depósitos da Formação Barreiras na região a norte da cidade de Quissamã, em áreas antes atribuídas ao embasamento.

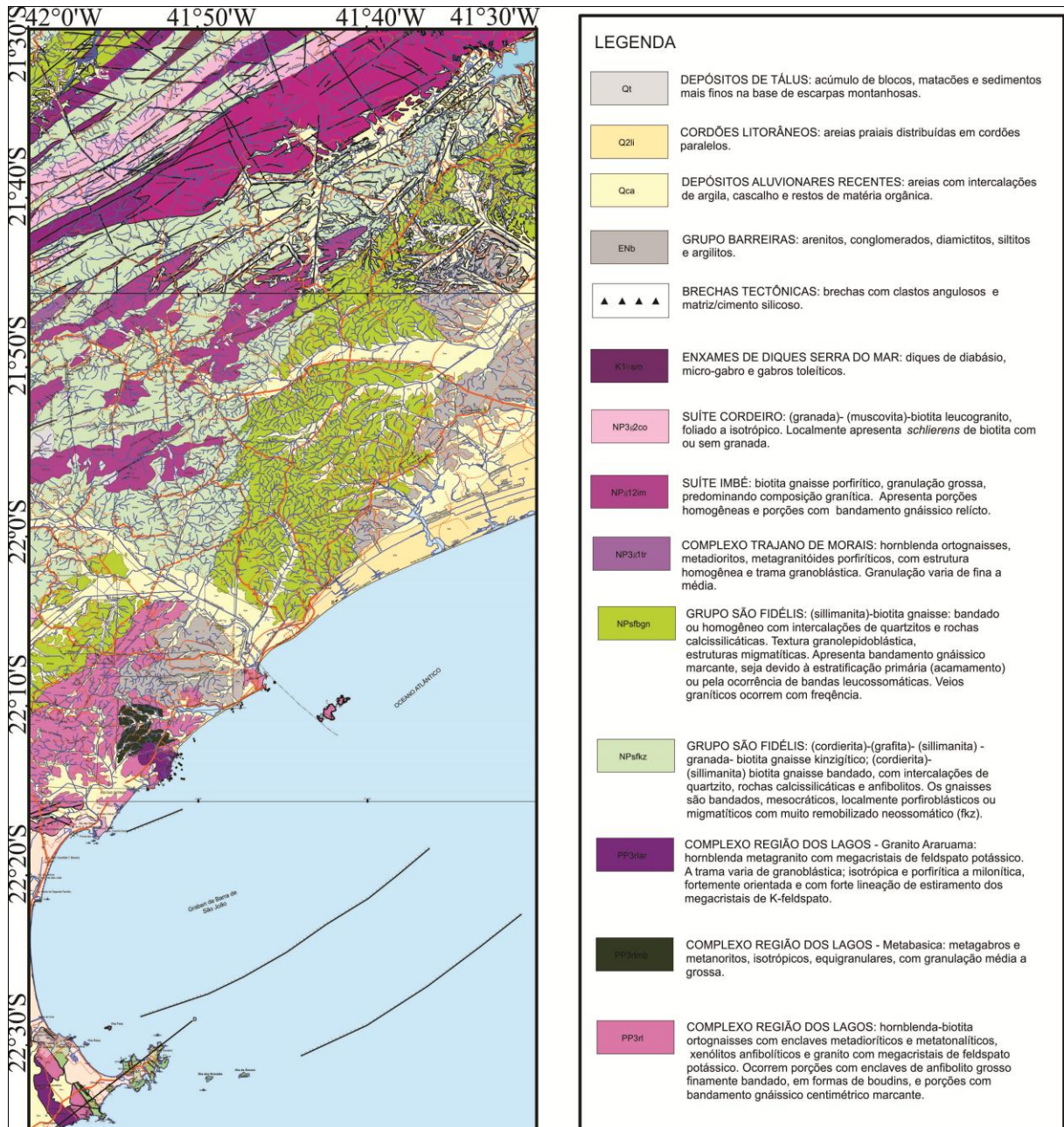
Na porção sul da área de interesse do presente estudo, na região de Búzios, Martin *et al.* (1997), Silva & Cunha (2001) e Schmitt *et al.* (2009) também registraram uma ocorrência bastante restrita dos depósitos da Formação Barreiras (Figuras 3.6, 3.10 e 3.12).



**Figura 3.10:** Mapa geológico simplificado da área de estudo, com destaque para os sedimentos cenozoicos (modificado de Silva & Cunha, 2001).



**Figura 3.11:** Mapa simplificado de coberturas inconsolidadas da folha Macaé (escala 1:250.000), segundo Ferreira (1999 - modificado).



**Figura 3.12:** Integração dos mapas geológicos das folhas São Fidélis, Macaé e Rio das Ostras, na escala 1:100.000 (com base em Nogueira *et al.*, 2009, Almeida *et al.*, 2009 e Schmitt *et al.*, 2009), com recorte na área de interesse ao presente estudo.

### 3.3 Geomorfologia

Dantas (2000) realizaram o mapeamento geomorfológico do estado do Rio de Janeiro, na escala 1:250.000, a partir da interpretação de imagens de satélite Landsat TM (banda 4), de cartas topográficas (1:50.000) e de fotografias aéreas (USAF – escala 1:60.000). Estes autores dividiram o estado do Rio de Janeiro em dois domínios morfoestruturais: Cinturão Orogênico Atlântico (terrenos de degradação compostos por rochas metamórficas e ígneas, onde predominam processos erosivos); e Bacias Sedimentares Cenozoicas (terrenos de agadação compostos por rochas sedimentares das bacias de Itaboraí, Resende, Volta Redonda e Macacu, os tabuleiros da Formação Barreiras e as planícies quaternárias).

Segundo a compartimentação geomorfológica proposta por Dantas (2000), a área de estudo está inserida nos seguintes domínios morfoesculturais: Escarpas Serranas, Planaltos Residuais, Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas, Maciços Costeiros, Maciços Alcalinos Intrusivos, Tabuleiros de Bacias Sedimentares Eocenoicas, Planícies Fluvio-Marinhas e Planícies Costeiras (Figura 3.13).

- **Escarpas Serranas:** compreende um conjunto de escarpas montanhosas festonadas, fortemente alinhadas na direção ENE-WSW, compostas pelas serras do Mar e da Mantiqueira. Na área de estudo, corresponde ao último trecho escarpado da cadeia montanhosa da Serra do Mar em território fluminense, relacionada às serras de Macaé, Macabú, Imbé e Desengano.

- **Planaltos Residuais:** representa os terrenos montanhosos e amorceados, de amplitude de relevo elevada, localizados, em geral, no reverso das escarpas serranas (no caso da área de estudo, reverso da serra do mar). Estes planaltos, gerados por soerguimento tectônico, resistiram aos processos erosivos e de aplainamento atuantes durante o Cenozoico Superior, configurando-se, portanto, nos terrenos mais elevados no estado.

- **Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas:** relevos colinosos de baixa amplitude e nivelados, ocorrendo na zona de transição entre o compartimento serrano e os tabuleiros e planícies cenozoicas. Este domínio morfoescultural é subdividido em duas unidades geomorfológicas (Superfície Aplainada da Região dos Lagos e Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense).

- **Maciços Costeiros:** alinhamentos serranos isolados (com orientação geral WSW-ENE) e circundados pela Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense. Estão representados na área de estudo pelos Maciços Costeiros de Macaé, de Conceição de Macabu, e de Itaoca.

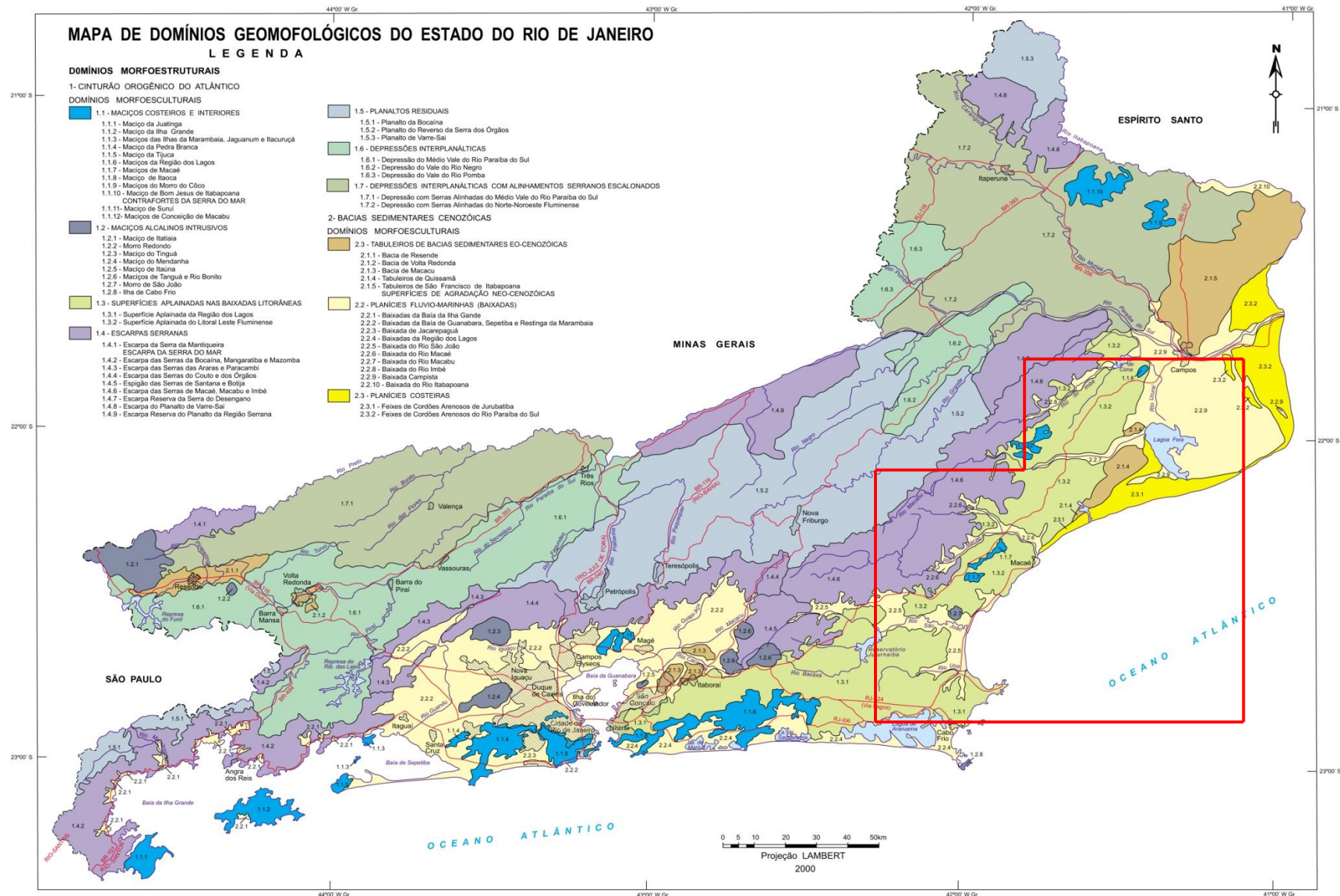


Figura 3.13: Mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro (Dantas, 2000), com a delimitação da área de estudo (retângulo em vermelho).



- **Maçiços Alcalinos Intrusivos:** conjunto de maciços alcalinos alinhados na direção WNW-ESE, representado na área de estudo pelo Morro de São João.

- **Tabuleiros de Bacias Sedimentares Eocenoicas:** conjunto de tabuleiros ou colinas tabulares alongadas. Na área de estudo estão associados aos sedimentos da Formação Barreiras que ocorrem na região de Quissamã. Este domínio geomorfológico situa-se entre as planícies quaternárias, a leste, e o relevo de colinas baixas da Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense, a oeste.

- **Planícies Fluvio-Marinhas:** compreende um conjunto de baixadas aluviais, planícies fluvio-marinhas e fluvio-lagunares, que preenchem extensas áreas deprimidas e de baixos cursos dos principais canais que deságuam diretamente no oceano. Essas baixadas são caracterizadas por uma sedimentação de interface entre ambientes continentais e marinhos ou transicionais. Na área de estudo, estas regiões correspondem à Baixada Campista e às baixadas dos rios São João, Macaé, Macabu e Imbé.

- **Planícies Costeiras:** constituem sucessões de feixes de cordões arenosos resultantes da ação marinha, em linhas de costa progradantes. Na área de estudo ocorrem duas regiões de planície costeira: os feixes de cordões arenosos de Jurubatiba (que ocorre entre Macaé e Quissamã, de idade predominantemente pleistocênica segundo Martin *et al.*, 1997) e os feixes de cordões arenosos do rio Paraíba do Sul (na região de Campos dos Goytacazes, de idade predominantemente holocênica segundo Martin *et al.*, 1997).

Silva (2002) aplicou o método do cálculo do desnivelamento altimétrico, proposto por Meis *et al.* (1982 *apud* Silva, 2002), para a elaboração da compartimentação geomorfológica do estado do Rio de Janeiro, com base nas folhas 1:250.000 de Volta Redonda, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Macaé, Juiz de Fora, Campos, Ponte Nova e Cachoeira de Itapemirim. Segundo Silva (2002), esta metodologia permite um melhor conhecimento sobre a evolução geodinâmica do relevo, considerando que o desnivelamento altimétrico reflete o grau de encaixamento fluvial ou entalhamento erosivo das encostas e, por isso, associa-se intimamente a variações litoestruturais e/ou tectônicas. Silva (2002) definiu seis classes de desnivelamento altimétrico, atribuindo a cada intervalo de valores um significado geomorfológico: planícies fluviais ou fluvio-marinhas (0 a 20m), colinas suaves (20 a 80m), colinas (80 a 100m), morros (100 a 200m), degraus de serras reafeiçoadas (200 a 400m) e degraus e/ou serras elevados e/ou escarpados (>400m).

Após análise dos diversos compartimentos morfoestruturais, Silva (2002) reconheceu dois grandes domínios morfoestruturais: Planalto Atlântico e Depressões Tectônicas Mesozoicas-Cenozoicas. O domínio morfoestrutural Planalto Atlântico corresponde a regiões morfoestruturais de Planaltos e Escarpas, e o domínio das Depressões Tectônicas Mesozoicas-

Cenozoicas inclui as regiões de Depressões Interplanálticas, a região do *Rift* da Guanabara, as regiões de Colinas e Morros e de Tabuleiros Costeiros.

A área do presente trabalho compreende as seguintes regiões morfoestruturais identificadas por Silva (2002): Região do Planalto e Escarpas da Serra dos Órgãos, *Rift* da Guanabara; Colinas e Morros do Leste; Tabuleiros Costeiros; e Terraços e Planícies Fluviais e/ou Flúvio-marinhas (Figura 3.14).

- **Região do Planalto e Escarpas da Serra dos Órgãos:** esta região corresponde a degraus escarpados de elevadas altitudes, associados a terrenos do embasamento cristalino. Ocorre na porção oeste da área do presente estudo, com orientação principal NNE-SSW relacionada a um controle estrutural do embasamento pré-cambriano.

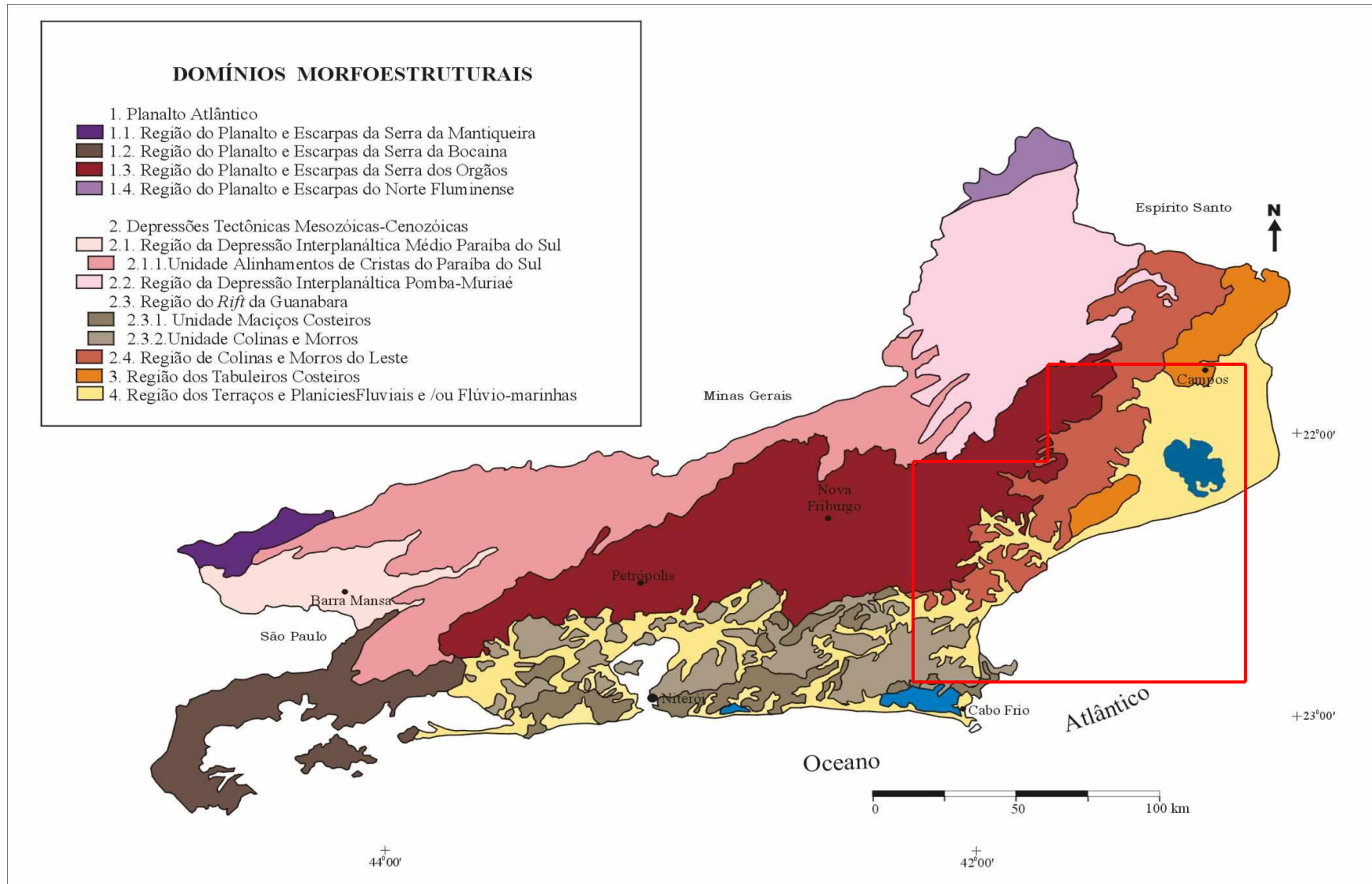
- ***Rift* da Guanabara:** esta região morfoestrutural compreende duas unidades geomorfológicas - Unidade dos Maciços Costeiros (configura-se como um conjunto de feições de degraus escarpados e degraus e/ou serras reafeiçoados de orientação geral E-W) e Unidade de Colinas e Morros (corresponde a pequenas e médias elevações isoladas do terreno, com baixas altitudes derivadas de processos erosivos). A área de estudo compreende o extremo leste desta região.

- **Colinas e Morros do Leste:** esta região estende-se do rio São João, na porção mais a sul, até a divisa do estado, a norte. Os compartimentos geomorfológicos reconhecidos apresentam uma orientação geral concordante com os lineamentos regionais (NE-SW). Litologicamente é composta por rochas pertencentes ao embasamento. A área de estudo engloba a porção sul desta unidade, que estende-se do Cabo de São Tomé até a região do rio São João. Esta porção apresenta orientações preferenciais N-S e E-W e as seguintes classes de desnivelamento: degraus escarpados e reafeiçoados, e morros alinhados.

- **Tabuleiros Costeiros:** feições de colinas suaves, de topos planos e amplos, que ocorrem de maneira descontínua no litoral do Rio de Janeiro, sendo mais expressivas nas proximidades da desembocadura do rio Macaé até a região de Campos dos Goytacazes, principalmente no trecho a norte do rio Paraíba do Sul. As colinas encontram-se orientadas na direção NE-SW, com uma dissecação, pelos sistemas de drenagem, na direção NW-SE, demonstrando um controle recente no mecanismo de dissecação do relevo.

- **Terraços e Planícies Fluviais e/ou Flúvio-marinhas:** estas unidades morfológicas encontram-se distribuídas descontinuamente ao longo do litoral e das principais bacias de drenagem do estado, separadas pelos maciços costeiros, morros, colinas e/ou tabuleiros. Na área de estudo correspondem à região da baixada Campista e dos baixos cursos dos rios São João e Macaé.

A compartimentação geomorfológica reconhecida por Silva (2002) para a área do presente estudo assemelha-se à proposta por Dantas (2000). Ambos os autores relacionam os depósitos da Formação Barreiras a uma morfologia de tabuleiros ou colinas suaves de topos aplainados que ocorrem na região de Quissamã e Campos dos Goytacazes, apresentando orientação geral na direção NE-SW. Este compartimento situa-se, segundo os autores, entre as planícies quaternárias, a leste, e o relevo de colinas baixas da superfície aplainada do embasamento, a oeste.



**Figura 3.14:** Mapa de Domínios e Regiões Morfoestruturais do Estado do Rio de Janeiro (Silva, 2002), com a delimitação da área de estudo (retângulo em vermelho).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

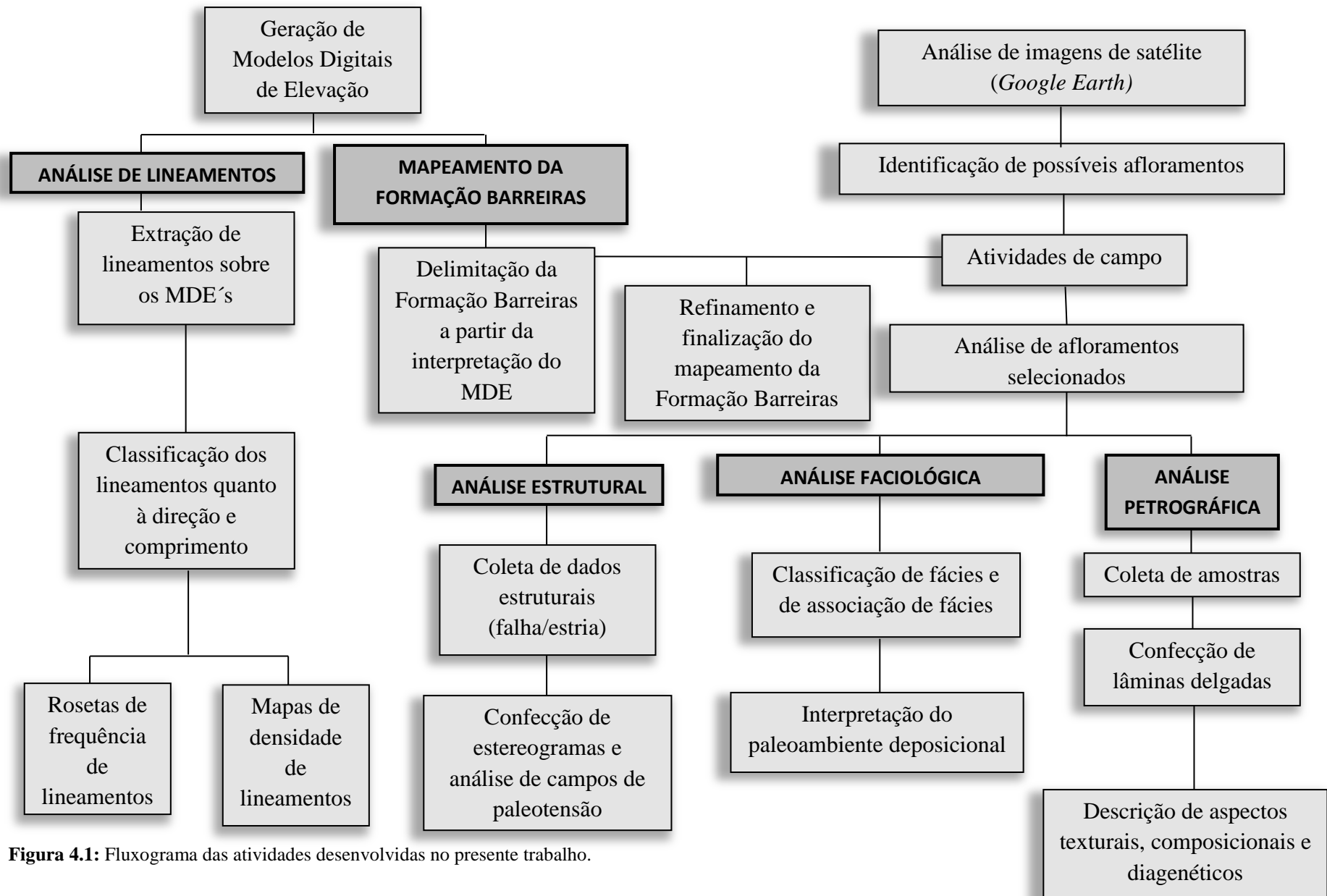
A análise multiescalar da Formação Barreiras na área emersa da bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes, realizada no presente trabalho, incluiu três níveis de investigação: a) mapeamento dos limites da Formação Barreiras em escala regional (1:250.000); b) estudo faciológico em afloramentos selecionados; e c) análise petrográfica em lâminas delgadas de amostras coletadas em fácies sedimentares selecionadas. Com isso, pretendeu-se investigar os controles da distribuição dos depósitos da Formação Barreiras, bem como o seu paleoambiente deposicional e seus aspectos composicionais, texturais e diagenéticos.

As atividades desenvolvidas neste trabalho estão sintetizadas no fluxograma apresentado na Figura 4.1.

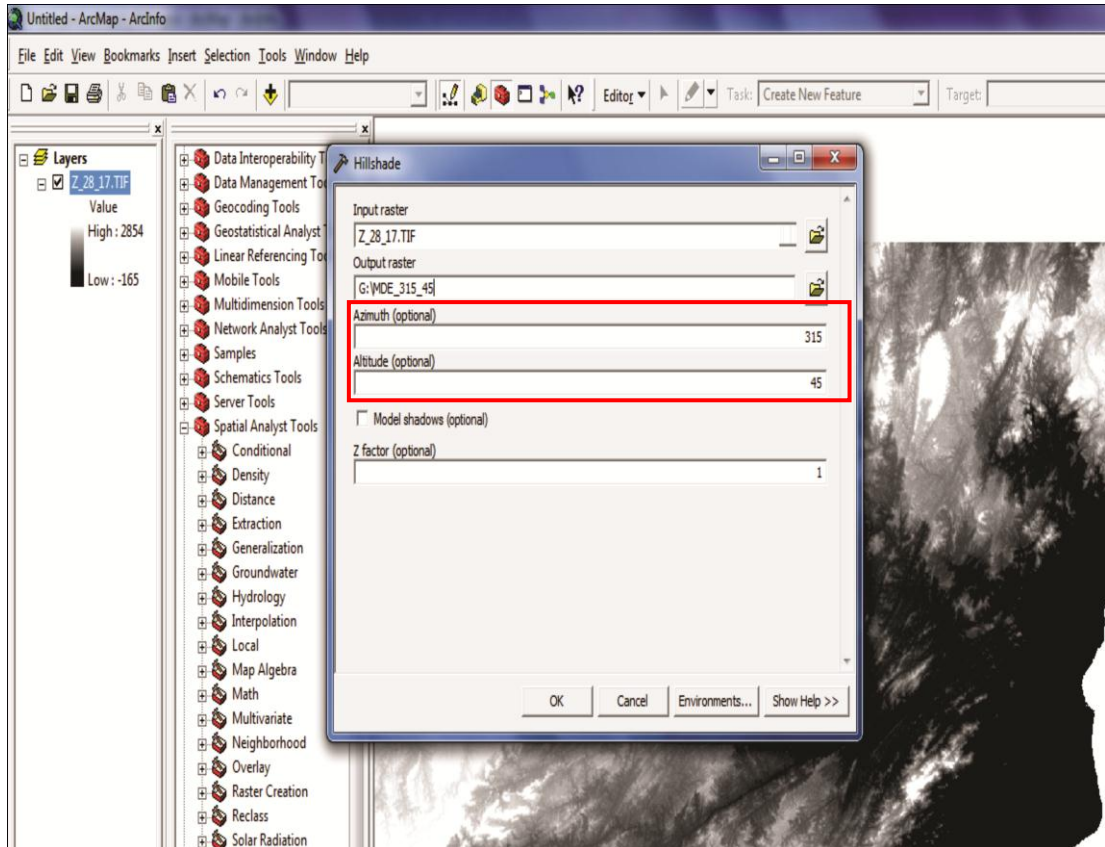
### 4.1 Mapeamento da Formação Barreiras

A delimitação do contorno dos depósitos da Formação Barreiras foi desenvolvida em duas etapas de trabalho: a primeira etapa envolveu a geração e interpretação de Modelo Digital de Elevação (MDE); a segunda etapa incluiu visitas de campo para checagem de pontos duvidosos. Com o objetivo de auxiliar no melhor entendimento da distribuição da Formação Barreiras, foram realizadas, ainda, análises de lineamentos e estruturais, descritas nos itens 4.2 e 4.3.

Como a Formação Barreiras está associada a um domínio geomorfológico típico de tabuleiros costeiros e de colinas suaves com topos aplainados, foi possível realizar o mapeamento dos limites aproximados de seus depósitos com base na interpretação do MDE. Para o desenvolvimento desta etapa, foi primeiramente gerado um MDE, resultante da aplicação de iluminação e sombreamento artificial utilizando a função *Hillshade* no programa ERSI® ARCMAPT 9.2, com base em imagem obtida pela missão SRTM/NASA, disponível no site <http://srtm.csi.cgiar.org/> (Figura 4.2). A delimitação do contorno aproximado dos depósitos da Formação Barreiras foi realizada sobre o MDE no próprio programa ERSI® ARCMAPT 9.2. Esta metodologia foi utilizada por Ribeiro (2010) para a realização do mapeamento da Formação Barreiras a norte da área do presente estudo, entre o rio Paraíba do Sul (RJ) e o rio Doce (ES).

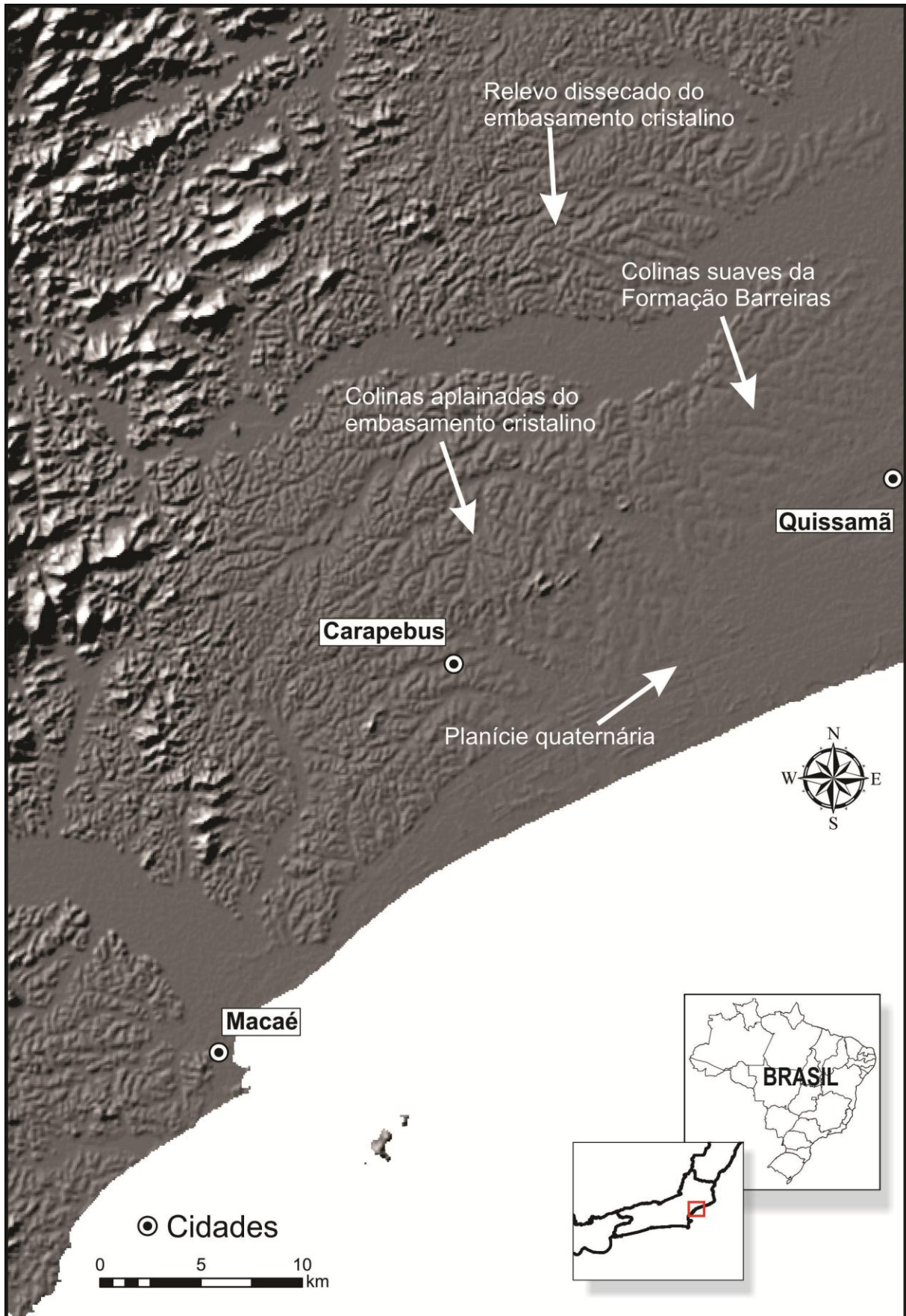


**Figura 4.1:** Fluxograma das atividades desenvolvidas no presente trabalho.



**Figura 4.2:** Indicação do azimute e altitude da iluminação artificial na função *Hillshade* no programa ERSI® ARCMAPT<sup>M</sup> 9.2 para a geração de Modelo Digital de Elevação.

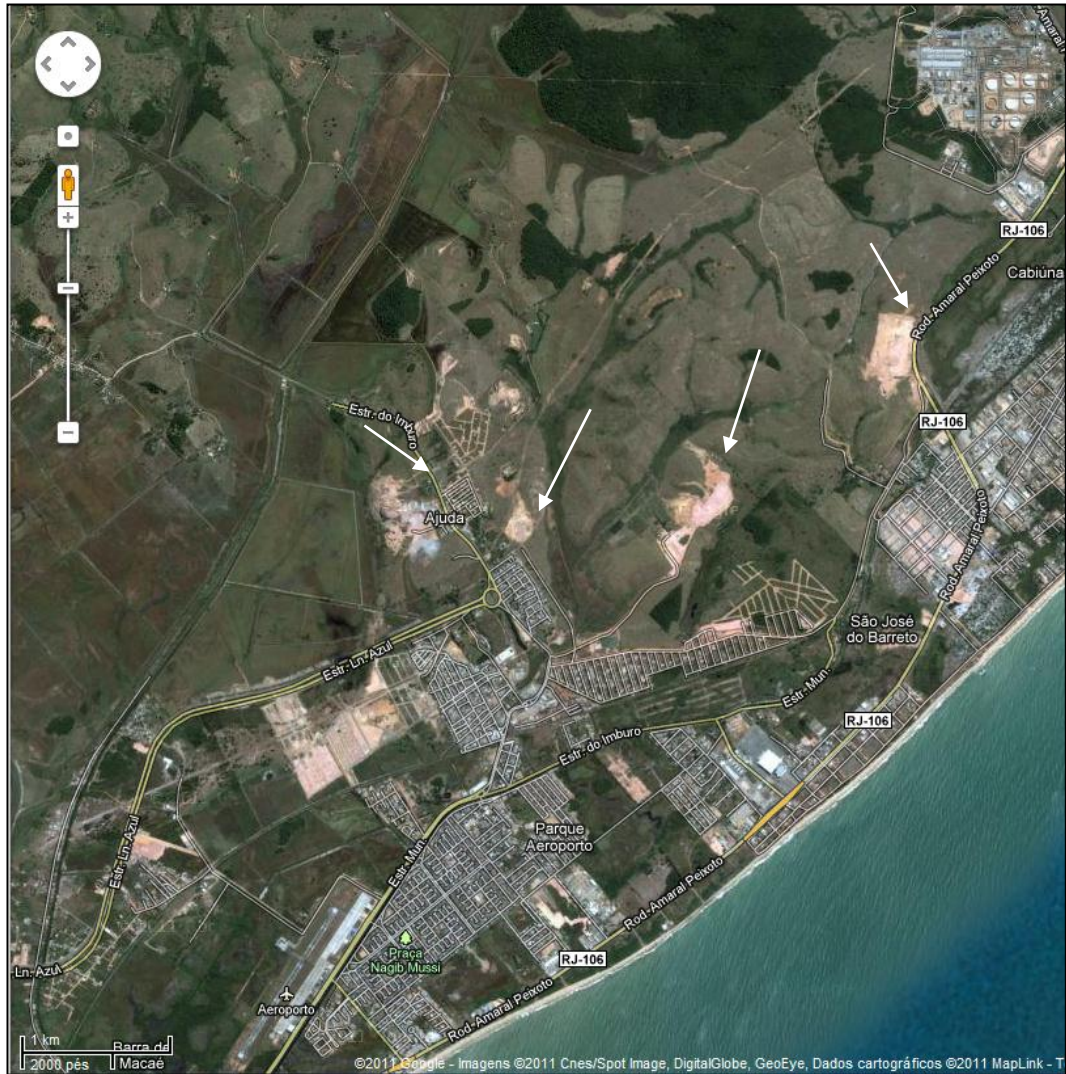
A identificação de feições alongadas e tabulares sobre o MDE é possível quando estas se encontram em contraste com o relevo mais dissecado e de aspecto rugoso associado às rochas do embasamento. No entanto, esta tarefa torna-se um pouco mais difícil porque o relevo em contato com os tabuleiros da Formação Barreiras corresponde às colinas baixas das superfícies aplainadas do embasamento cristalino. Neste caso, o contraste não é tão claro, podendo gerar dúvidas que devem ser esclarecidas a partir da identificação de seções aflorantes (Figura 4.3). O limite dos tabuleiros com a planície quaternária é mais evidente, mas o mapeamento torna-se mais complicado devido aos recortes relacionados aos vales fluviais.



**Figura 4.3:** Aspectos geomorfológicos de interesse para o mapeamento da Formação Barreiras. Observa-se relevo aplainado e alongado de aspecto liso associado aos depósitos da Formação Barreiras em contato com o relevo de colinas do embasamento cristalino e a planície costeira quaternária.



O reconhecimento de afloramentos ao longo da área de estudo permitiu o refinamento dos limites da Formação Barreiras definidos a partir da interpretação do MDE. Para o desenvolvimento desta etapa foram, primeiramente, analisadas imagens de satélite (*Google Earth*), com o objetivo de identificar possíveis afloramentos nas áreas em que havia dúvidas (Figura 4.4). Em seguida, foram realizadas cinco visitas de campo, totalizando 17 (dezesete) dias, com a identificação de 156 (cento e cinquenta e seis) pontos.



**Figura 4.4:** Imagem do *Google Earth* com indicação de afloramentos em áreas de interesse.

Além de permitir a execução do mapeamento da Formação Barreiras, esta etapa resultou na identificação e seleção de pontos para a obtenção de dados estruturais e caracterização faciológica em afloramentos mais representativos.

Para a realização do mapeamento da Formação Barreiras foi adotada a escala 1:250.000, levando-se em conta a resolução do MDE utilizado e a possibilidade de dar continuidade ao trabalho de Ribeiro (2010), realizado a norte da área do presente trabalho. Os mapas geológicos realizados por Martin *et al.* (1997), Ferreira (1999), Silva & Cunha (2001), Almeida *et al.* (2009), Nogueira *et al.* (2009) e Schmitt *et al.* (2009) foram analisados em

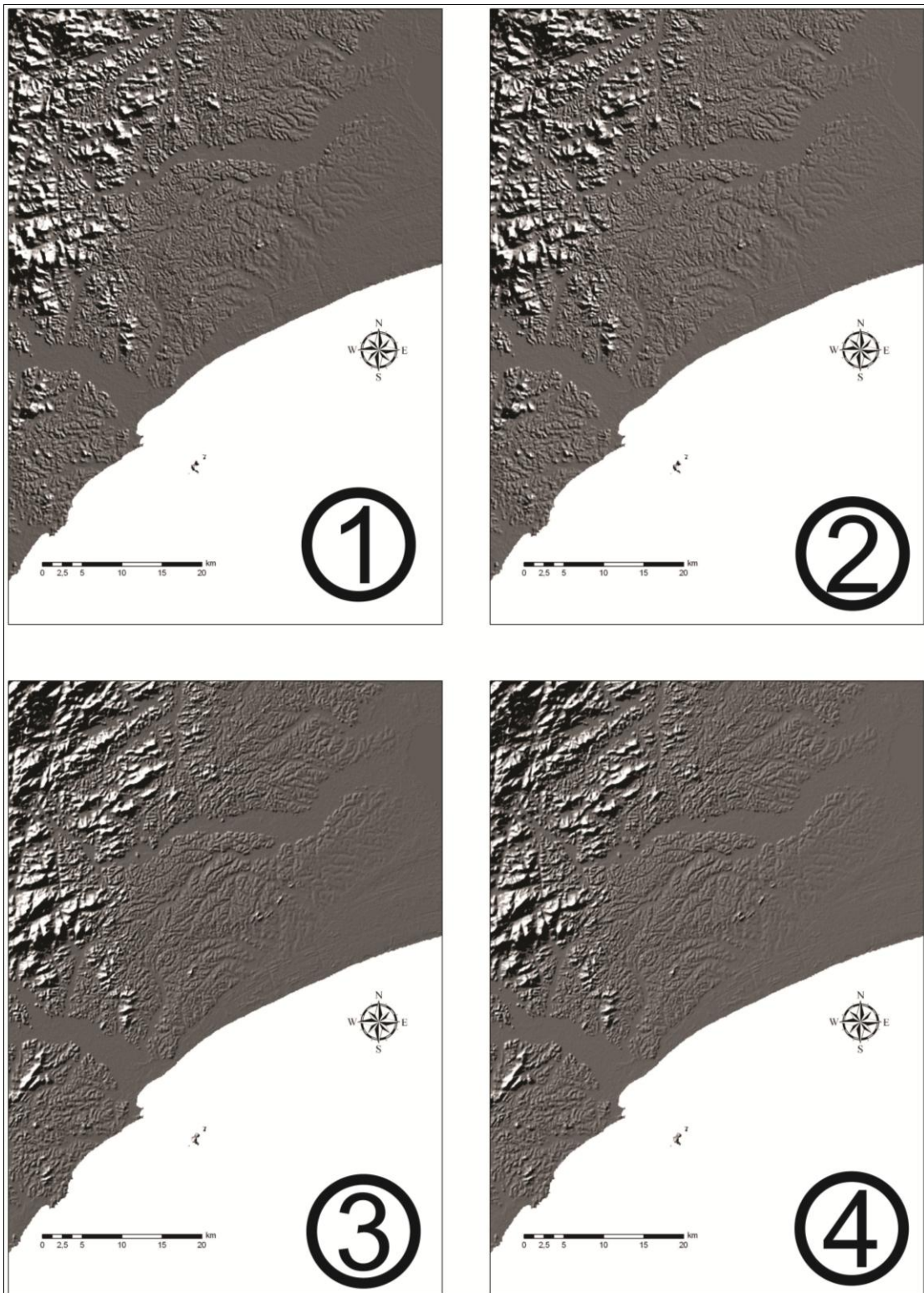
conjunto com o mapa gerado no presente estudo, de modo a realizar a comparação entre os limites da Formação Barreiras atribuídos por cada um dos autores.

#### 4.2 Análise de lineamentos

Lineamentos, segundo Liu (1987), são feições lineares na superfície terrestre, podendo ser geomórficos (causados pelo relevo) ou tonais (causados por contrastes tonais). Tais feições podem ser identificadas a partir de imagens aéreas e de modelos digitais de elevação. Liu (1987) propõe que a classificação dos lineamentos deve ser realizada com base na direção (ou *trend*) preferencial, no comprimento e na densidade.

No presente trabalho, a extração e a classificação dos lineamentos foram realizadas com base nas metodologias apresentadas por Oliveira *et al.* (2009) e Ribeiro (2010).

Para traçar os lineamentos foram utilizadas duas direções de iluminação (azimutes  $045^\circ$  e  $315^\circ$ ), conforme indicado por Oliveira *et al.* (2009). A direção de iluminação de azimute  $045^\circ$  tende a evidenciar lineamentos com direções próximas a NW-SE, enquanto a iluminação de azimute  $315^\circ$  tende a evidenciar lineamentos com direções próximas a NE-SW. Além do azimute, variou-se ainda o ângulo de elevação da iluminação ( $25^\circ$  e  $45^\circ$ ) obtendo-se, por fim, quatro MDEs (Figura 4.5). Os lineamentos identificados foram traçados sobre os MDEs no próprio programa ERSI® ARCMAPT 9.2. Nesta etapa foram reconhecidos os elementos geomórficos apresentados por Liu (1987) para a identificação de lineamentos, ou seja, expressões de elementos topográficos retilíneos do relevo, tais como segmentos de escarpas, alinhamento de cristas, vales, trechos de rios e lagos, linhas de costas alongadas e depressões alongadas.



**Figura 4.5:** Modelos digitais de elevação (1-azimute:  $045^{\circ}$  e elevação:  $25^{\circ}$ ; 2- azimute:  $045^{\circ}$  e elevação:  $45^{\circ}$ ; 3-azimute:  $315^{\circ}$  e elevação:  $25^{\circ}$ ; 4- azimute: $315^{\circ}$  e elevação:  $45^{\circ}$ ).

A extração das medidas de azimute dos lineamentos foi realizada de maneira automática, utilizando-se o modo avançado da ferramenta *Field Calculator* no programa ERSI® ARCMAPT<sup>M</sup> 9.2. A partir dos valores de azimute dos lineamentos, foram confeccionadas rosetas de frequência para facilitar a análise dos dados. Esta etapa foi realizada no programa Oriana® 3.

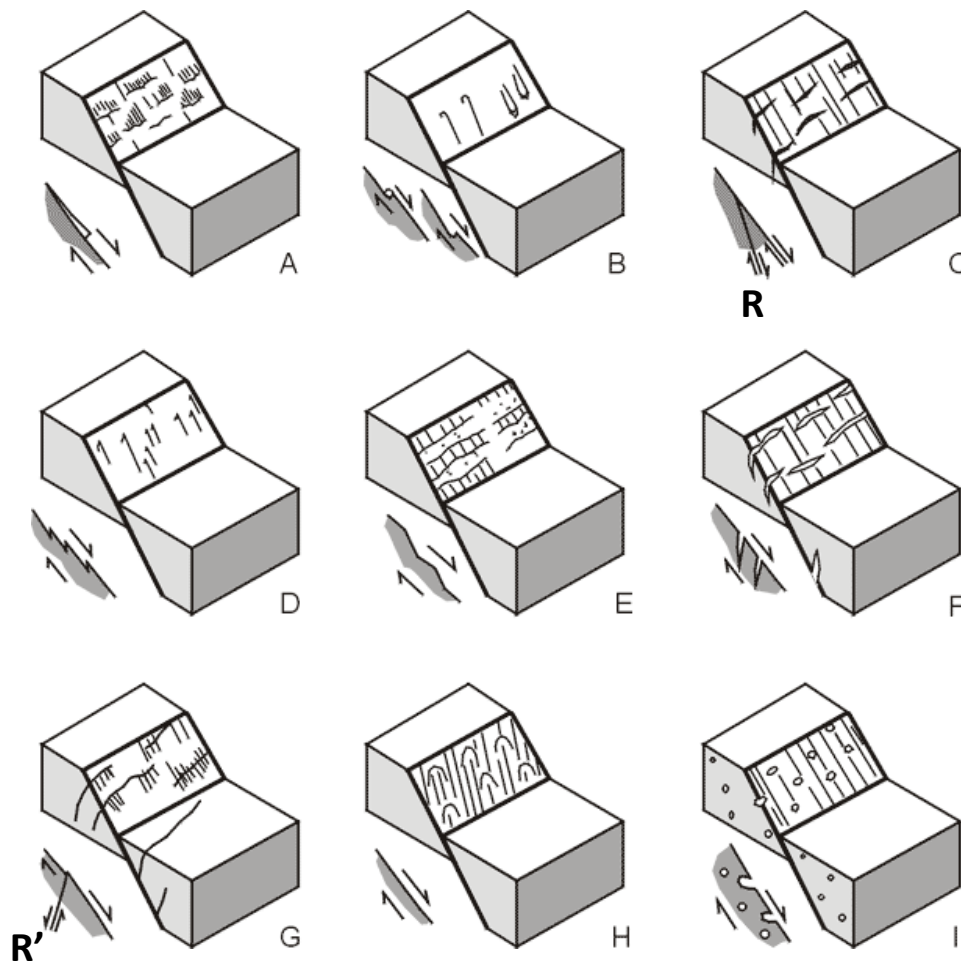
Mapas de densidade de lineamentos foram confeccionados a partir da ferramenta *ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Density – Line Density*.

Com o objetivo de auxiliar na análise dos lineamentos foram realizadas análises estruturais. Esta atividade está descrita no item a seguir.

### 4.3 Análise estrutural

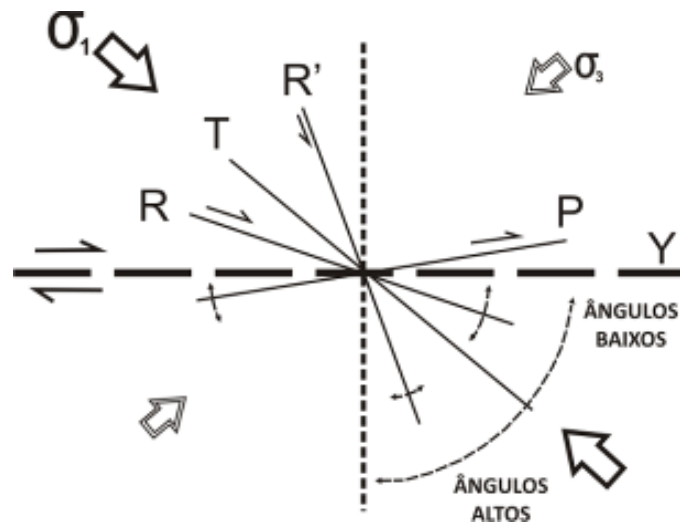
Para a realização desta etapa de trabalho, foram inicialmente obtidos dados pareados de medidas de planos de falha e estrias em afloramentos da Formação Barreiras.

O sentido de deslocamento das falhas foi identificado a partir da observação de indicadores cinemáticos, tanto estratigráficos como nos planos de falha (Figura 4.6).



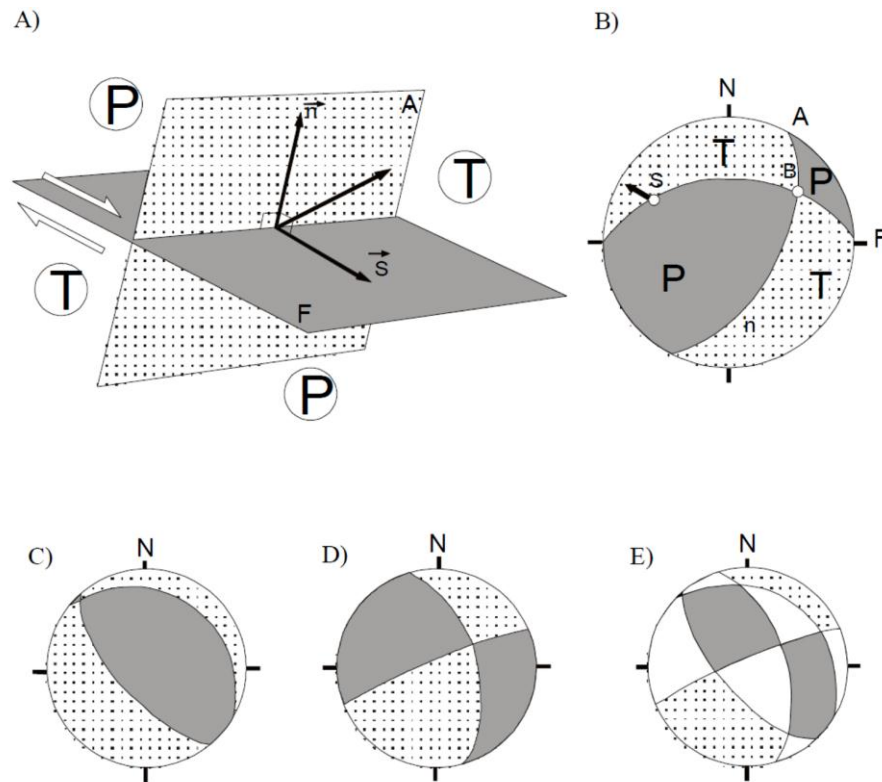
**Figura 4.6:** Diferentes tipos de indicadores cinemáticos em planos de falha que possibilitam a determinação do sentido de movimento ao longo do plano, segundo Angelier (1994). A) degraus de minerais neoformados; B) marcas de objetos; C) fraturas de cisalhamento sintéticas (R); D) picos estilolíticos; E) facetas polidas e rugosas alternadas; F) *tension gashes*; G) fraturas de cisalhamento antitéticas (R'); H) marcas parabólicas; e I) vesículas deformadas em lavas. No presente estudo, foram utilizados os indicadores correspondentes às letras B, E e H.

Com base nos dados pareados de falha/estria, as estruturas foram classificadas quanto à sua natureza (normal, transcorrente dextral, transcorrente sinistral ou reversa). Em seguida, os planos foram agrupados de acordo com o modelo tectônico proposto por Wilcox *et al.* (1973 – Figura 4.7).



**Figura 4.7:** Terminologia para descrição de elementos de fraturas secundárias elementares em um contexto de cisalhamento simples (Petit, 1987).  $\sigma_1$ -eixo de tensão máxima;  $\sigma_3$ -eixo de tensão mínima; R-falha sintética; R'-falha antitética; T-falha normal; P-falha sintética de baixo ângulo; Y-falha de cisalhamento principal.

Para a identificação dos campos de paleotensão foi utilizado o método dos diedros retos (Angelier & Mechler, 1977 – Figura 4.8). Esta metodologia consiste em traçar um plano auxiliar ortogonal ao plano de falha, definindo quatro diedros retos (dois de compressão e dois de distensão). A representação estereográfica destes planos divide igualmente o estereograma em duas regiões de compressão e duas de distensão. A sobreposição das projeções de falhas consideradas pertencentes ao mesmo evento tectônico indica os campos de coincidência que define a posição dos esforços principais.



**Figura 4.8:** Método dos diedros retos (Angelier, 1994). A) diedros de distensão (T) e compressão (P) definidos pela interseção do plano de falha (F) com o plano auxiliar (A), impostos pela tensão representada pelos seus componentes: normal ao plano de falha  $\langle n \rangle$  e tangencial  $\langle s \rangle$ . B) Projeções estereográficas dos planos F e A, onde B é a interseção dos dois, P indica os diedros compressivos e T os distensivos. C) Projeção estereográfica de falha normal e seu plano auxiliar, delimitando os campos compressivo e distensivo. D) Idem à anterior, para uma falha direcional. E) Superposição das projeções estereográficas das falhas representadas em C e D, mostrando áreas 100% compressivas (em cinza), 100% distensivas (pontilhadas), resultantes da coerência desses domínios em C e D, e áreas com 50% de cada (em branco), resultantes da superposição de domínios compressivos e distensivos.

No presente trabalho foram analisados 35 (trinta e cinco) dados pareados de falha/estria e foram gerados 09 (nove) estereogramas, tratados no programa *WinTensor* versão 1.4.23 (Delvaux, 2009).

#### 4.4 Análise faciológica

A análise faciológica incluiu a identificação de fácies e de associação de fácies, com o objetivo final de definir o paleoambiente deposicional dos depósitos da Formação Barreiras na área de estudo.

Conceitualmente, fácies sedimentar corresponde a uma massa de sedimentos ou de rochas sedimentares que apresenta um conjunto de características específicas (litologia, aspectos texturais, composição mineralógica, geometria, estrutura, conteúdo fóssilífero, etc.) que permitem distingui-la das porções adjacentes (Selley, 1976). A classificação faciológica, diferentemente da classificação petrográfica, possui uma conotação genética, já que a partir

dela é possível indicar os processos formadores dos sedimentos ou rochas sedimentares. As interações (bidimensionais ou tridimensionais) entre as fácies permitem definir associações de fácies, que estão geneticamente relacionadas ao paleoambiente deposicional.

Miall (1996) apresenta a revisão de uma metodologia de análise de afloramentos com base na identificação de elementos arquiteturais, desenvolvida para depósitos de origem fluvial. Por definição, os elementos arquiteturais correspondem a litossomas caracterizados pelos seguintes atributos: a) superfícies limitantes; b) geometrias externa e interna; c) escala; d) litofácies e sucessão de fácies; e e) paleocorrente (Miall 1985; 1996). Assim, no presente estudo, buscou-se observar as relações de geometria dos depósitos e suas superfícies limitantes.

Para o desenvolvimento desta etapa de trabalho foram selecionados 09 (nove) pontos com seções representativas da Formação Barreiras na área de estudo e realizadas análises envolvendo a caracterização dos depósitos a partir da confecção de seções geológicas (com auxílio de fotomosaicos) e perfis sedimentológicos (escala 1:20), classificação e interpretação litofaciológica e obtenção de dados de paleocorrente.

#### **4.5 Análise petrográfica**

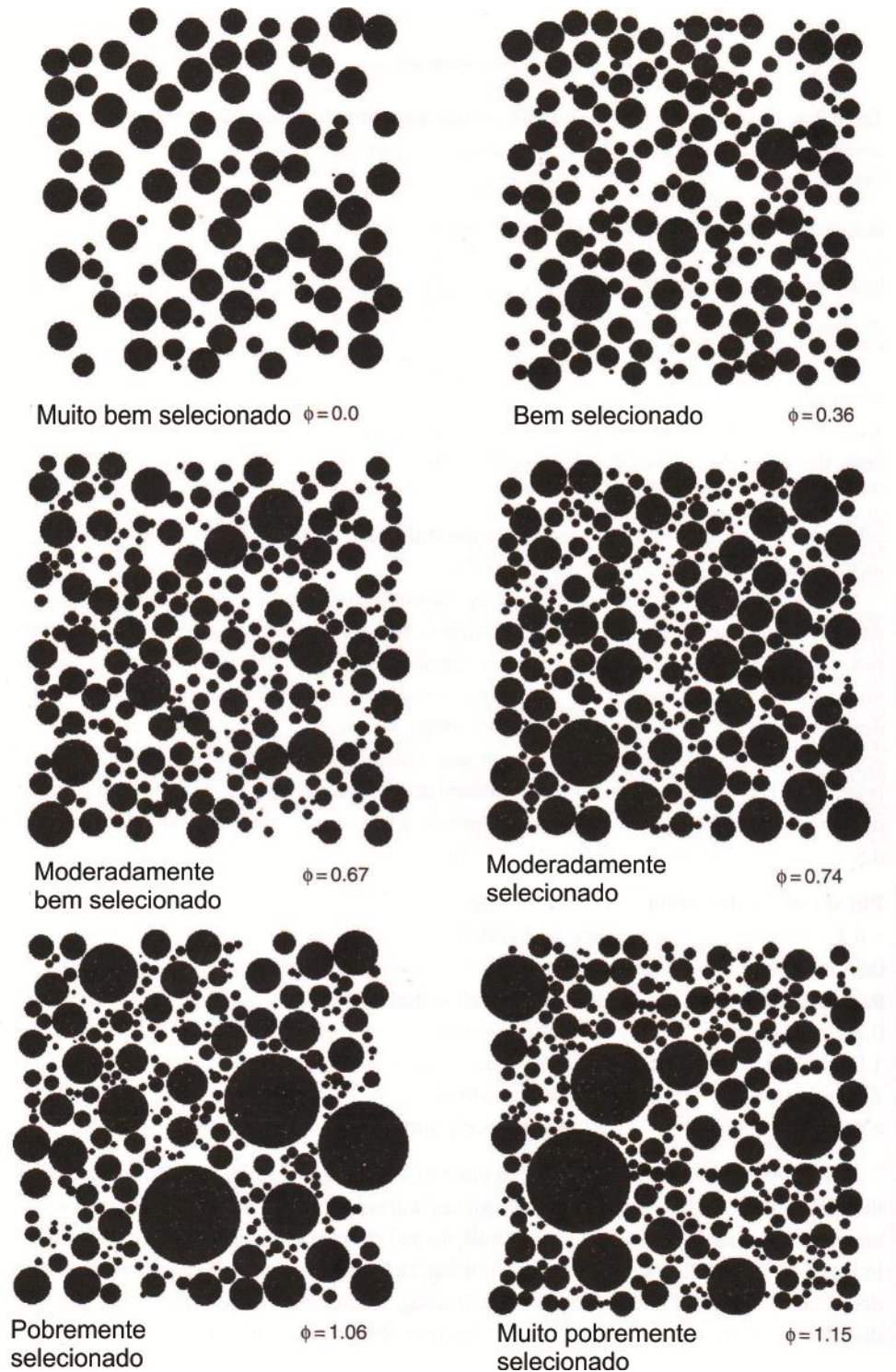
A análise microscópica proporciona um maior detalhamento dos aspectos texturais e composicionais das rochas, permitindo a obtenção de dados que apóiem interpretações acerca da sedimentação, assim como a identificação de aspectos de permo-porosidade e relacionados à evolução diagenética dos depósitos.

No presente trabalho, a descrição petrográfica foi realizada a partir de 11 (onze) amostras de arenitos coletadas em quatro seções aflorantes da Formação Barreiras. As lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia/UFRJ, e foi utilizado microscópio binocular da marca *Olympus* (modelo CX30) dotado de câmera fotográfica também da marca *Olympus* (modelo SC30).

Os aspectos analisados foram: granulometria; seleção; arredondamento e esfericidade dos grãos; contatos entre os grãos; matriz; cimento; porosidade; e composição mineralógica.

A granulometria refere-se ao tamanho dos grãos que compõem a rocha. A medida dos grãos foi definida com o auxílio de retículo graduado do microscópio e a classificação foi feita com base nos limites de Wentworth (1922): 4,00 – 2,00mm (grânulo); 2,00 – 1,00mm (areia muito grossa); 1,00 – 0,5mm (areia grossa); 0,5 – 0,25mm (areia média); 0,25 – 0,125mm (areia fina); 0,125 – 0,062mm (areia muito fina); e < 0,062mm (lama).

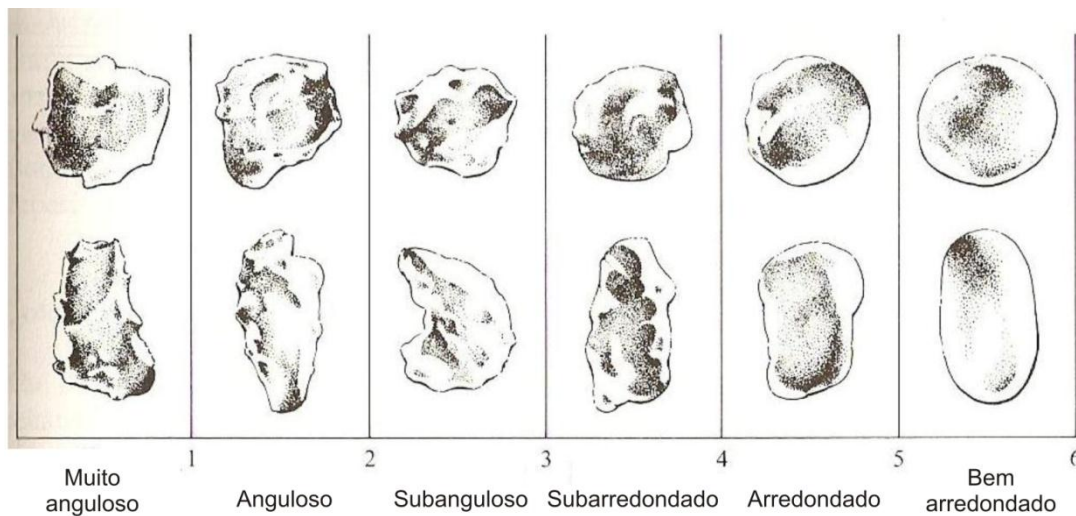
A seleção dos grãos do arcabouço é indicada pela variação do tamanho dos grãos. Utilizando a classificação de Folk, 1968 (*apud* Boggs, 2009), os sedimentos e rochas sedimentares podem ser muito bem selecionados, bem selecionados, moderadamente bem selecionados, moderadamente selecionados, pobremente selecionados e muito pobremente selecionados (Figura 4.9).



**Figura 4.9:** Classificação da seleção granulométrica (Folk, 1968 *apud* Boggs, 2009).

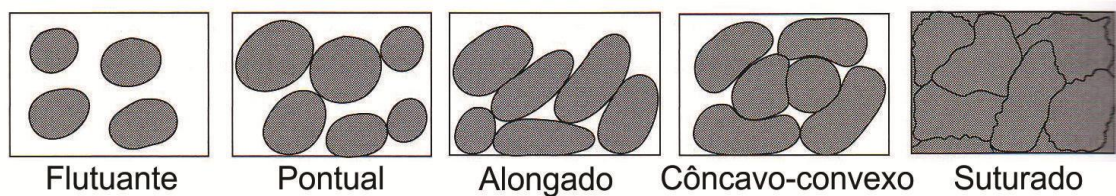


As formas dos grãos podem ser descritas a partir da análise do grau de esfericidade e de arredondamento. Segundo Powers (1953 *apud* Blatt, 1982), a esfericidade deve ser classificada como alta ou baixa. O grão com esfericidade alta possui dimensões mais próximas de uma esfera (todos os eixos de tamanho iguais), enquanto um grão de baixa esfericidade são mais alongados. Ainda segundo este mesmo autor, o arredondamento, que se refere à quantidade de arestas na superfície do grão, pode ser classificado como: muito anguloso, anguloso, subanguloso, subarredondado, arredondado e bem arredondado (Figura 4.10).



**Figura 4.10:** Classificação do grau de arredondamento dos grãos (Powers, 1953 *apud* Blatt, 1982).

A compactação das rochas pode ser medida pelo tipo de contatos apresentados pelos grãos. Este contato pode ser flutuante, pontual, alongado, côncavo-convexo ou suturado (Figura 4.11).



**Figura 4.11:** Tipos de contatos entre grãos (Boggs, 2009).

A porosidade de uma rocha sedimentar é a razão entre o volume de espaços porosos e o volume total da rocha, já a permeabilidade é a capacidade de transmitir fluido. Assim, para a permeabilidade de uma determinada rocha ser alta é necessário que os poros estejam conectados.

Com base na sua origem, existem dois tipos de poros: poros de origem primária (deposicional) e poros de origem secundária (pós-deposicionais). De maneira geral, os poros de origem primária possuem uma conectividade maior.

Dentre os poros de origem primária, existem três tipos: **intergranular** (ocorrem entre os grãos do arcabouço), **intragranular** (ocorrem dentro de partículas, como cavidades em fósseis e em argilo-minerais), ou **intercristalinos** (ocorrem dentro de cristais de origem química) - Boggs (2009).

Os poros de origem secundária podem ser gerados por **dissolução de minerais instáveis** (como feldspatos e fragmentos de rocha), pelo **fraturamento de grãos** ou pela **expansão e contração da matriz argilosa**.

A composição mineralógica foi definida com base na identificação de uma série de características apresentadas pelos minerais quando observados com o auxílio de um microscópio, como, por exemplo: cor, pleocroísmo, relevo, hábito, clivagem, cor de interferência, geminação e ângulo de extinção.

Optou-se por não realizar o cálculo dos percentuais de grãos, matriz e porosidade utilizando o método da contagem de pontos, devido à perda de material durante a confecção das lâminas petrográficas, uma vez que estas amostras apresentaram alto grau de dificuldade para laminação.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Mapeamento da Formação Barreiras

#### 5.1.1 MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO BARREIRAS

O mapa de distribuição da Formação Barreiras, com base na interpretação do MDE e checagem em campo (Anexos 1 e 2), documenta a ocorrência bastante segmentada dos depósitos desta unidade, sendo mais expressiva na região de Quissamã (Figura 5.1). Para uma melhor análise do mapa, foram individualizados 04 (quatro) setores, de acordo com as características dos depósitos bem como sua espessura e distribuição.

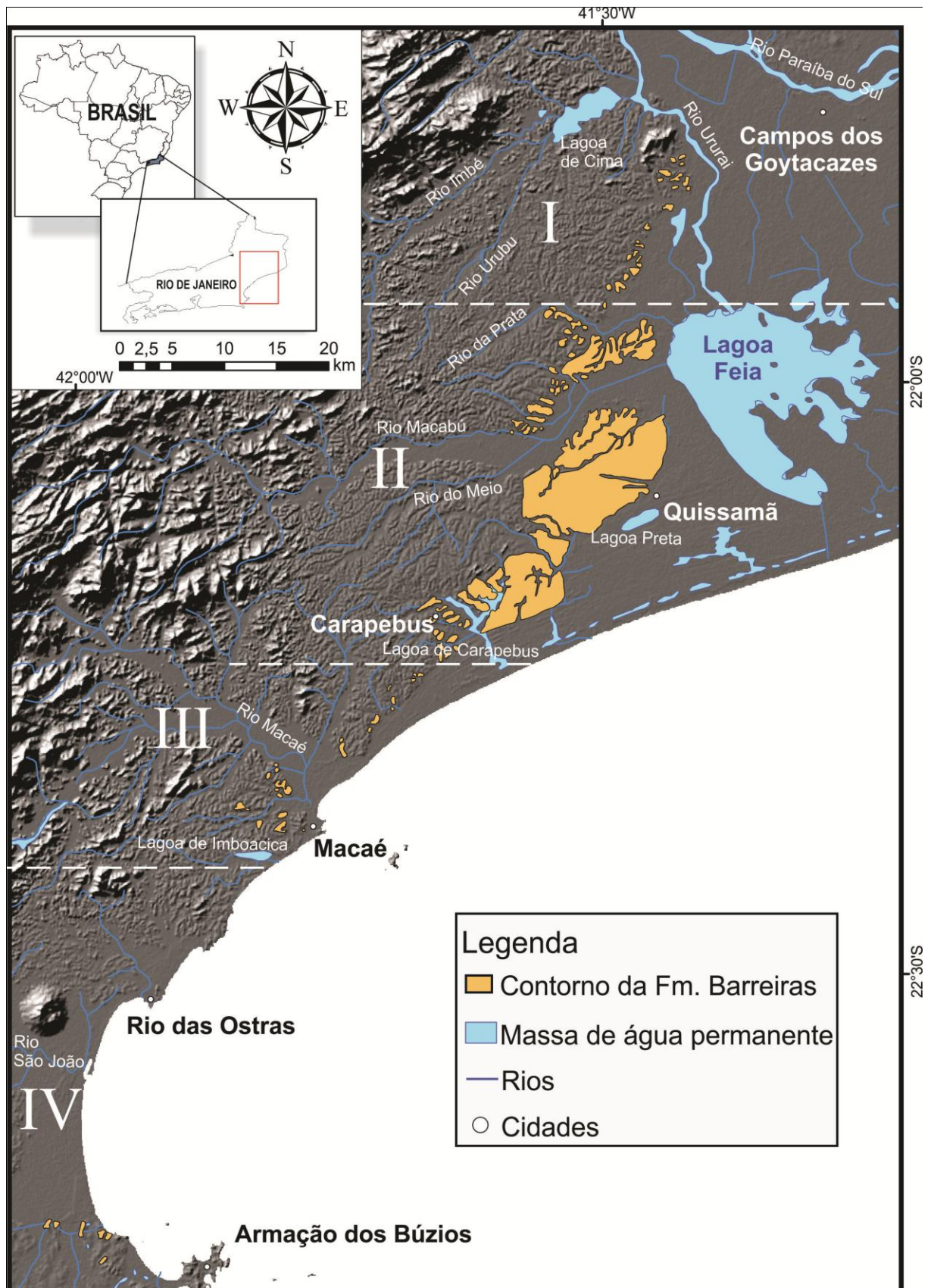
O setor I, localizado na porção norte da área de estudo, entre a lagoa de Cima e o rio da Prata, apresenta ocorrências restritas e isoladas de depósitos da Formação Barreiras. O limite entre as colinas suaves do embasamento e as colinas tabulares da Formação Barreiras é de difícil interpretação (Figura 5.2). Nesta região, a Formação Barreiras possui pouca espessura (de 2 a 3 metros, em média), sendo representada por depósitos predominantemente arenosos, bastante alterados (Figura 5.3).

O setor II, localizado entre o rio da Prata e a lagoa de Carapebus, apresenta a porção mais expressiva dos depósitos da Formação Barreiras na área de estudo, especialmente a sul do rio Macabu, na região de Quissamã e Carapebus. Nesta região é possível observar o contraste entre o relevo mais suave e plano, de textura lisa, característico de depósitos sedimentares, e o relevo mais dissecado e de textura rugosa associado às colinas suaves do embasamento cristalino (Figura 5.4). Neste setor, a Formação Barreiras se apresenta como depósitos com espessuras de 5 a 10m, compostos por intervalos arenosos lenticulares a tabulares, com intercalações de intervalos tabulares de lamitos (Figura 5.5).

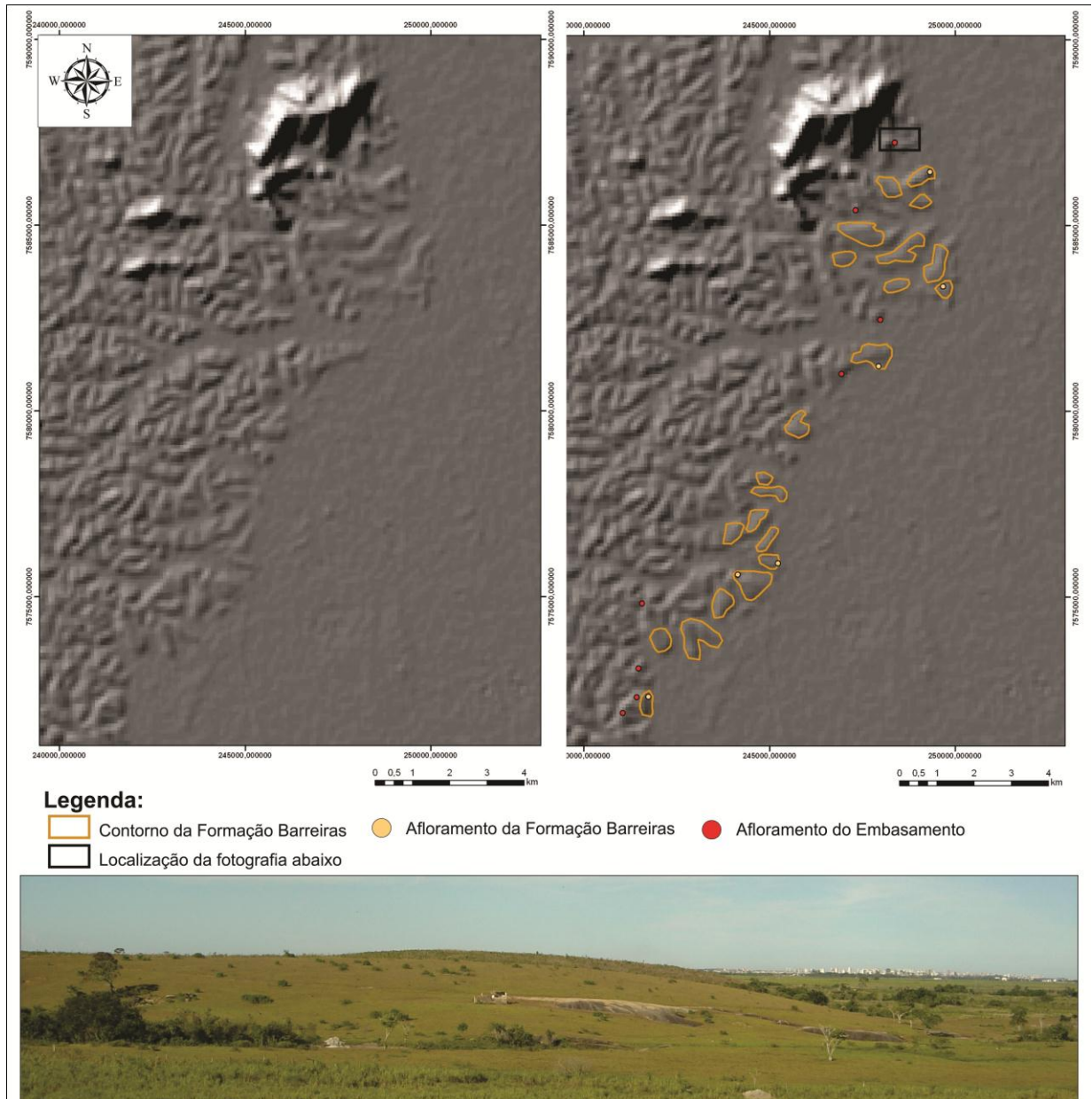
Na região entre a lagoa de Carapebus e a lagoa de Imboacica, identificada neste trabalho como setor III, os depósitos da Formação Barreiras voltam a ocorrer de forma bastante restrita, como manchas isoladas associadas a um relevo dissecado, sendo difícil a interpretação com base no modelo digital de elevação (Figura 5.6). Neste setor, foram identificadas importantes exposições da Formação Barreiras, com espessuras entre 4 e 10 metros, caracterizadas por intercalações de intervalos arenosos e lamosos, e significativa contribuição de conglomerados e até fanglomerados (Figura 5.7).

No setor IV, entre Macaé e Búzios, foram identificadas raras ocorrências da Formação Barreiras, com espessuras de no máximo 6 metros, com presença de sedimentos

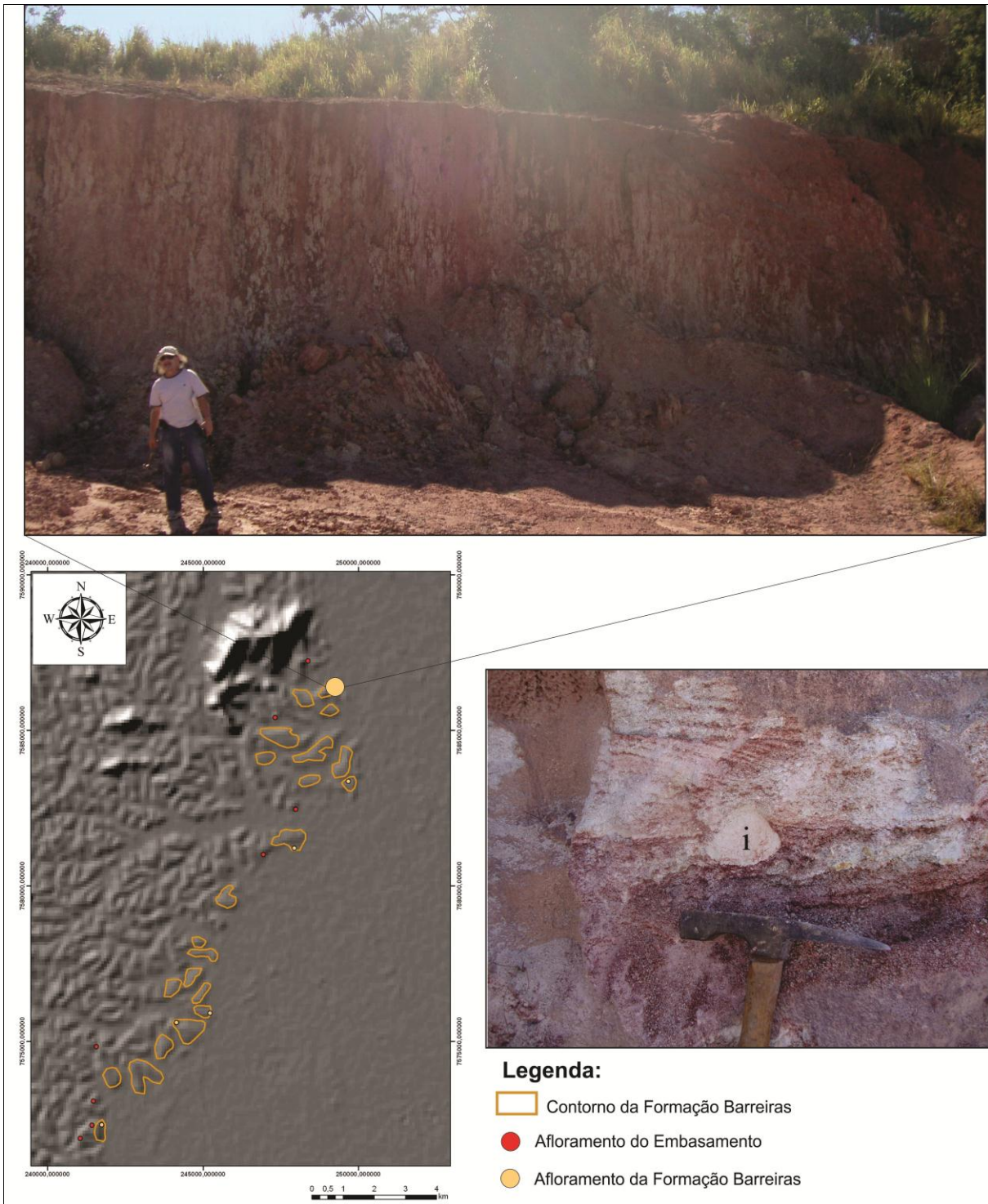
conglomeráticos e fanglomeráticos (Figura 5.8). Nesta região, o relevo é bastante suave tanto nos terrenos correspondentes ao embasamento quanto nos relacionados com os depósitos sedimentares da Formação Barreiras.



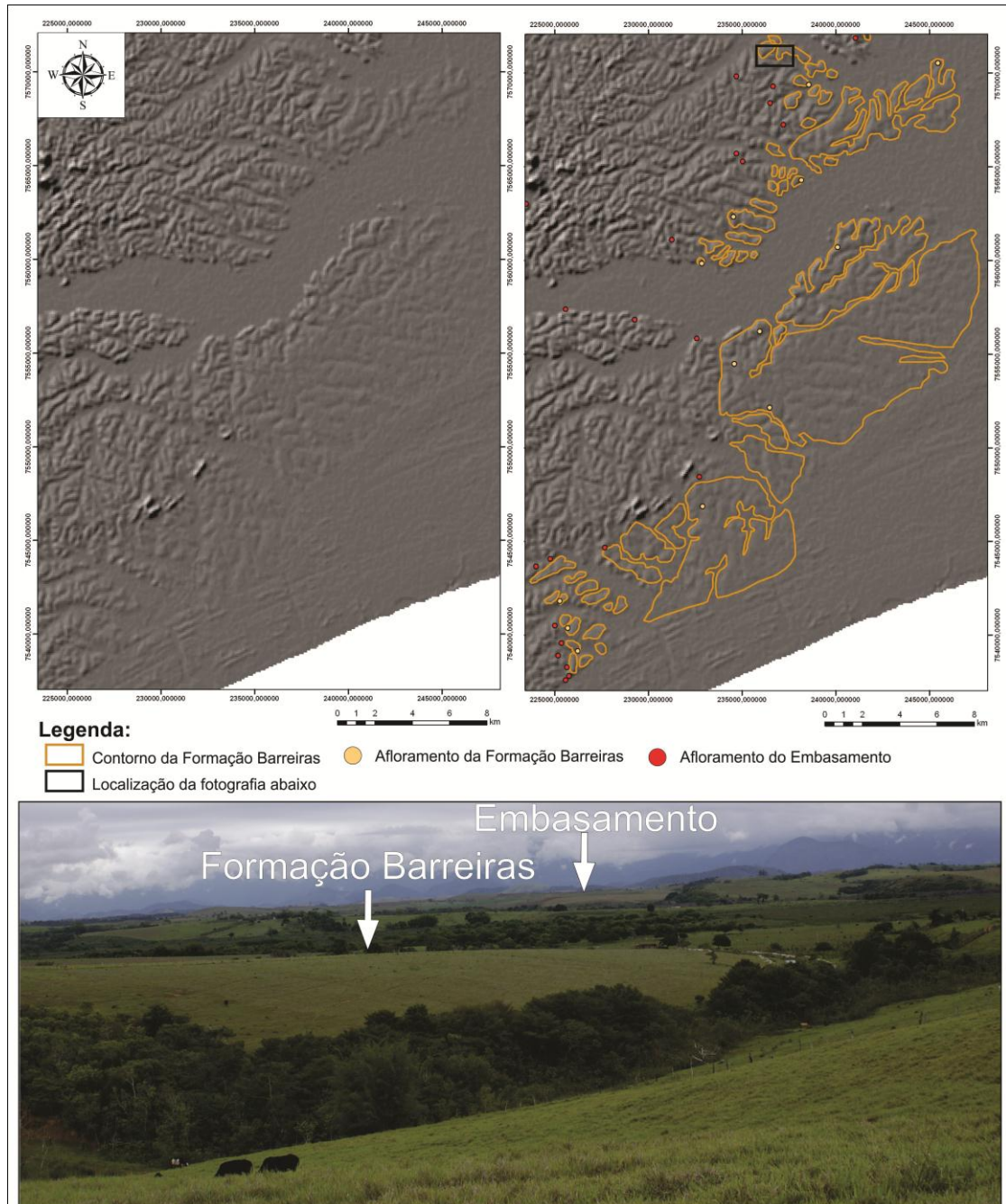
**Figura 5.1:** Mapa da distribuição da Formação Barreiras entre Búzios e Campos dos Goytacazes. I, II, III e IV correspondem aos setores individualizados no presente estudo.



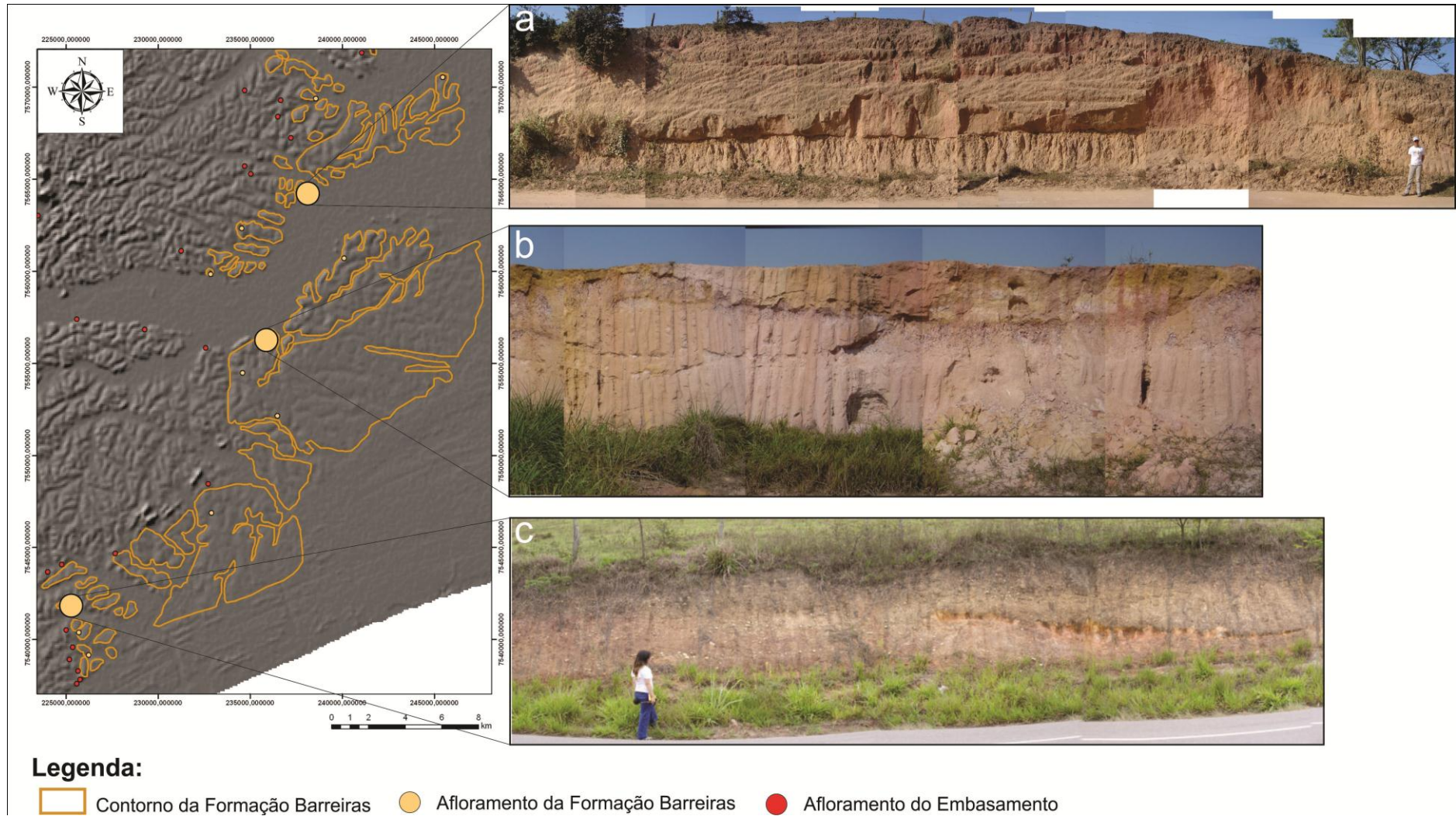
**Figura 5.2:** Detalhe do setor I. Observa-se relevo de colinas suaves do embasamento, com pequenas ocorrências da Formação Barreiras.



**Figura 5.3:** Destaque para o afloramento do ponto Campos-07 na região do setor I. Observa-se arenitos bastante ferruginizados da Formação Barreiras apresentando intraclastos argilosos (i).

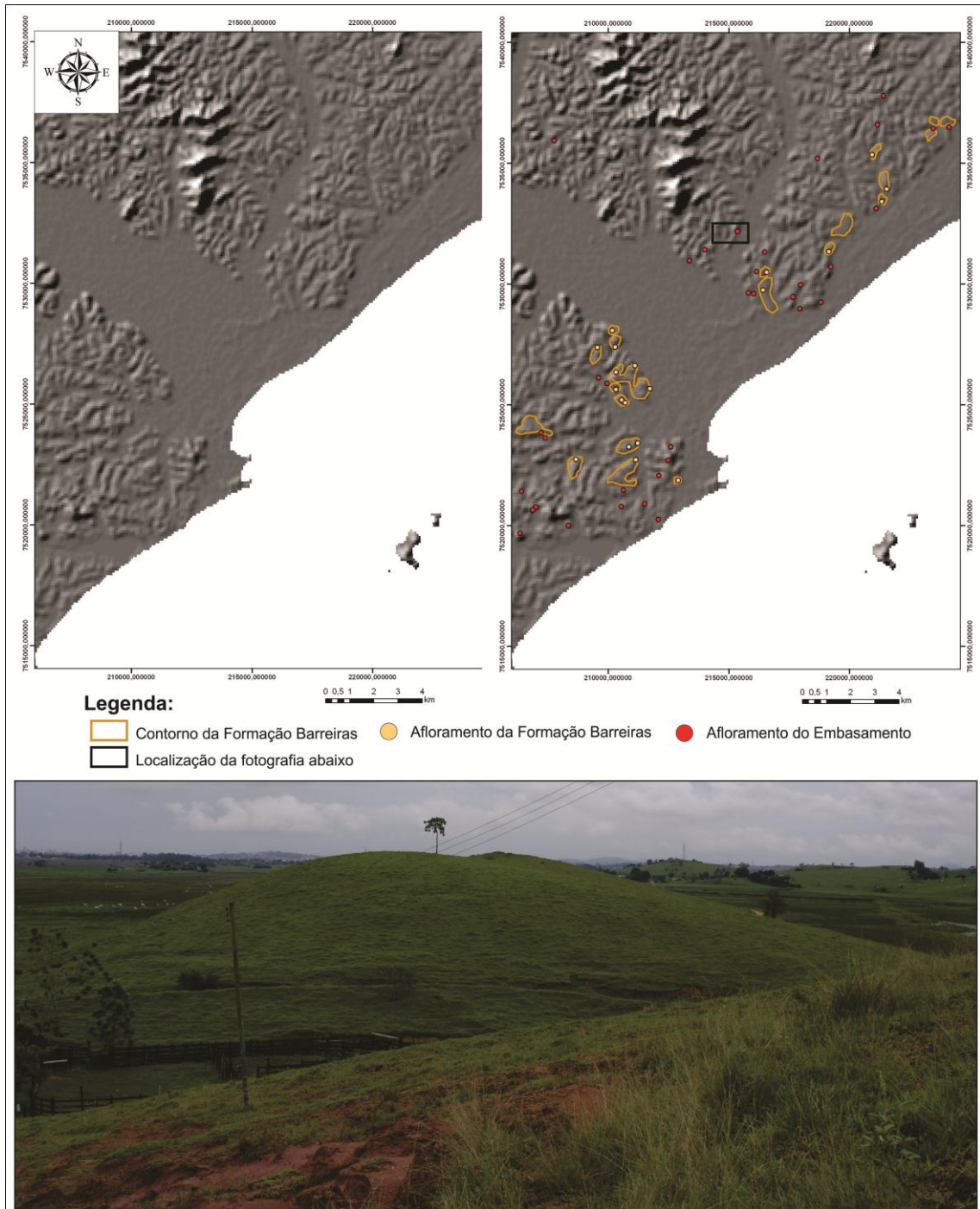


**Figura 5.4:** Detalhe do setor II. O relevo suave e de topo plano da Formação Barreiras ocorre em contraste com o relevo mais dissecado das colinas do embasamento. Este compartimento apresenta uma ampla distribuição de depósitos da Formação Barreiras.

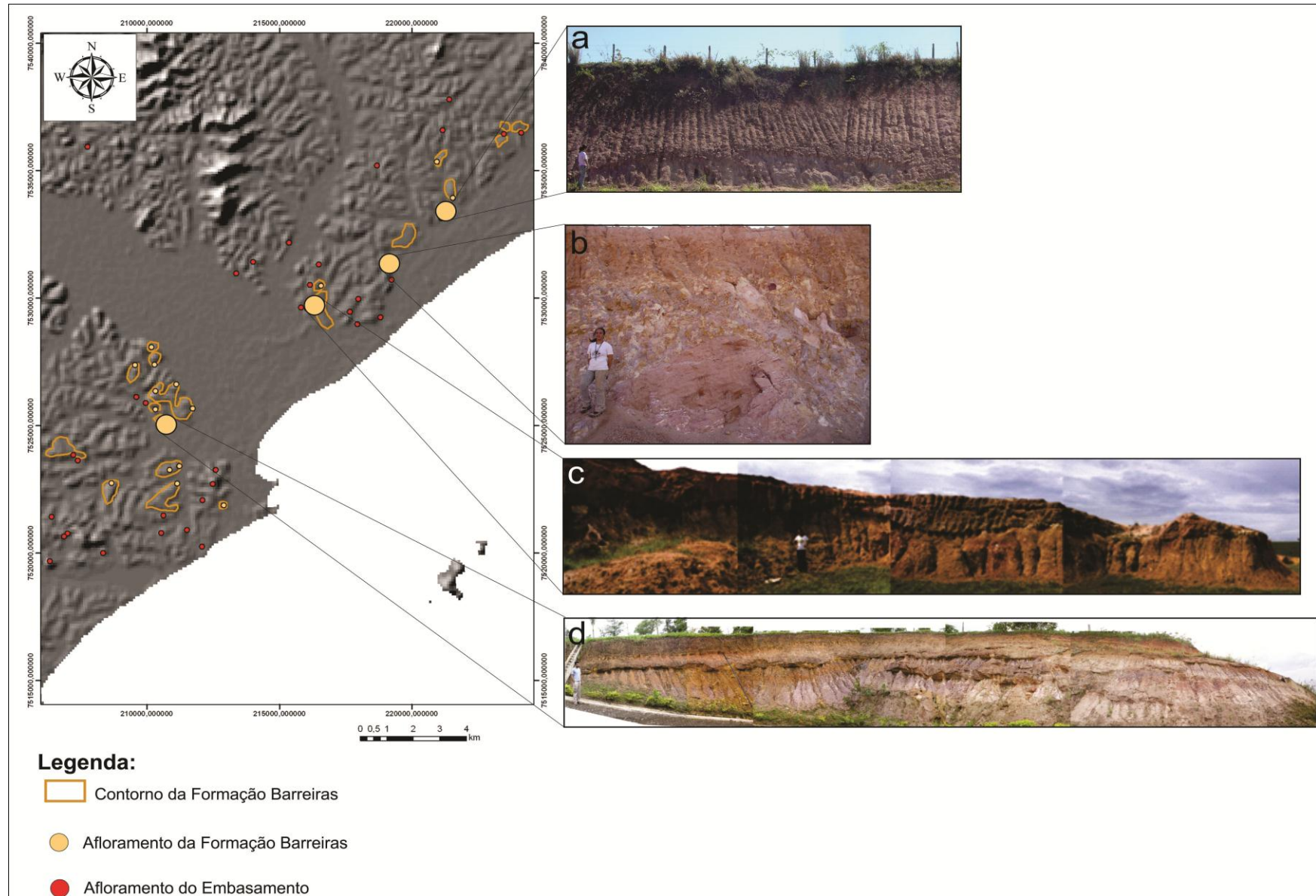


**Figura 5.5:** Destaque para três afloramentos representativos da Formação Barreiras na região do setor II. a) Ponto Carapebus-09; b) Ponto Carapebus-04; c) Ponto Carapebus-01. Vide descrições dos afloramentos no item 5.2.

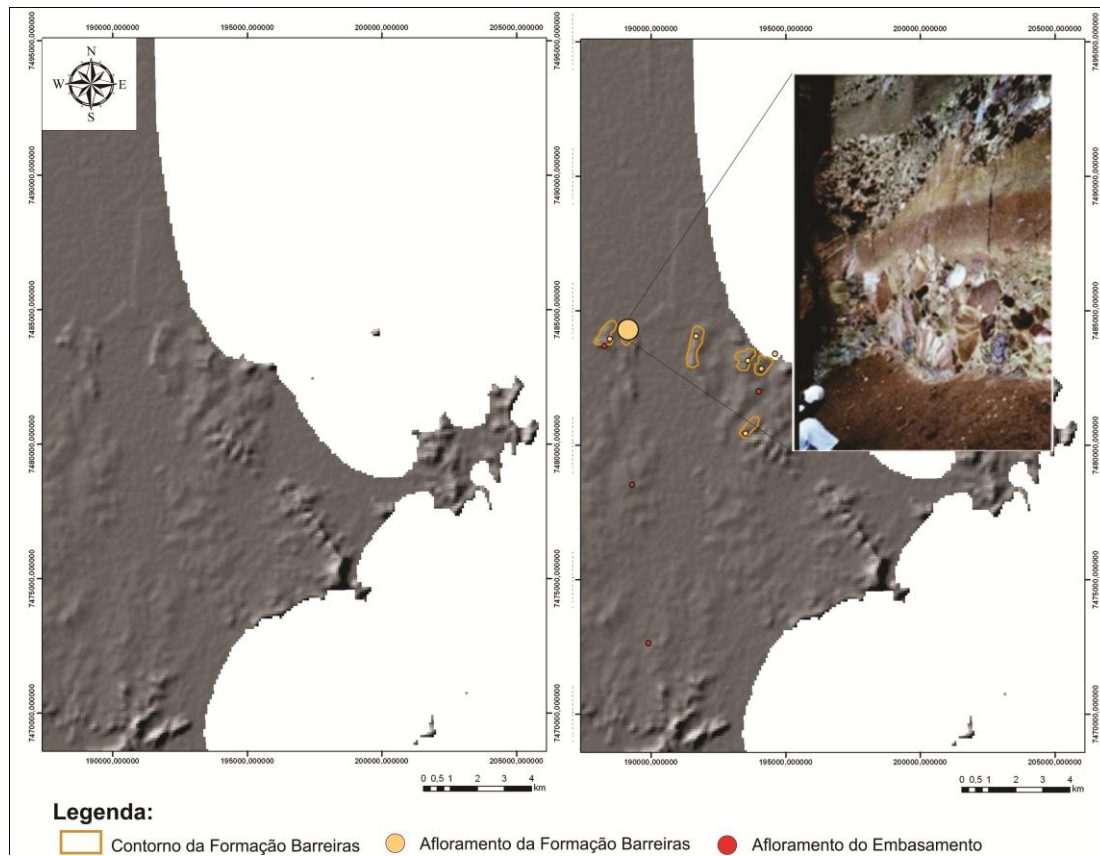




**Figura 5.6:** Destaque do setor III. Observam-se colinas bastante dissecadas do embasamento (vide foto) e pequenas ocorrências da Formação Barreiras.



**Figura 5.7:** Destaque para quatro afloramentos representativos dos depósitos da Formação Barreiras na região do setor III. a) Ponto Cabiúnas-02; b) Ponto Cabiúnas-06; c) Ponto Macaé-04, d) Ponto Macaé-22. Vide descrições dos afloramentos no item 5.2.



**Figura 5.8:** Destaque do setor IV, que apresenta ocorrências bastante restritas da Formação Barreiras. A foto corresponde a um afloramento representativo da área e estudado por Morais (2001).

Comparando o mapa geológico desenvolvido com os mapas anteriores, pode-se observar que o contorno da Formação Barreiras apresenta mudanças importantes (Figuras 5.9 a 5.13). De acordo com os setores individualizados no presente estudo, verifica-se que:

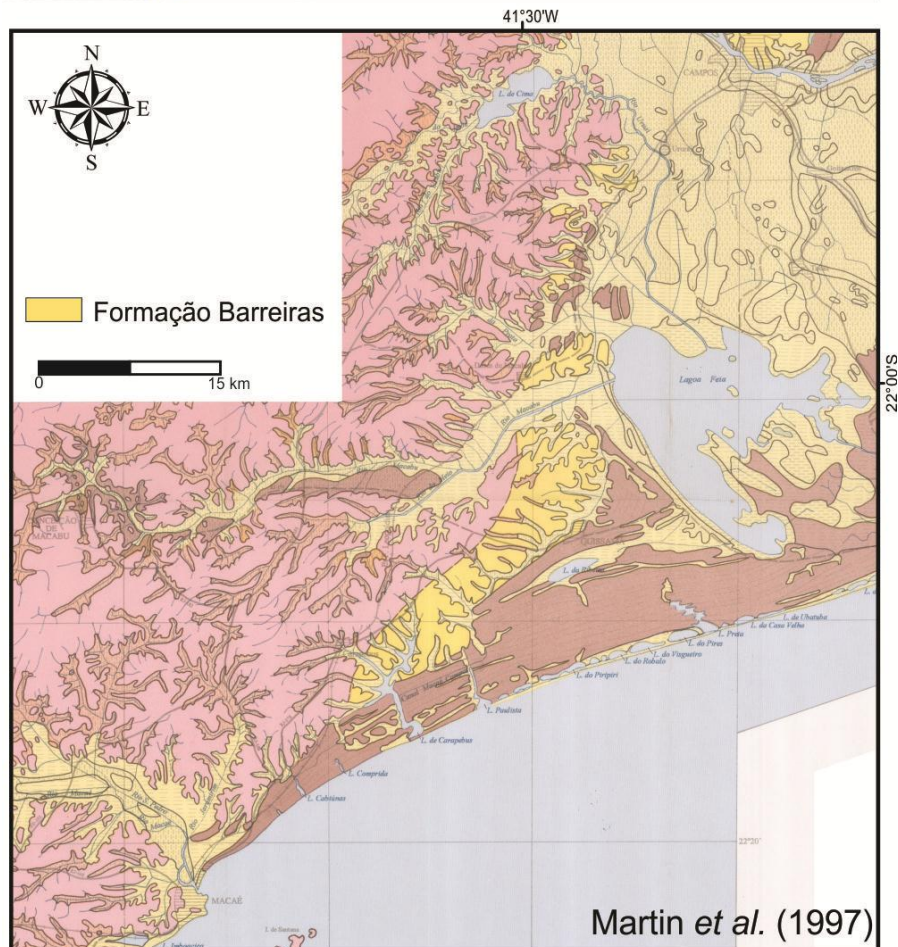
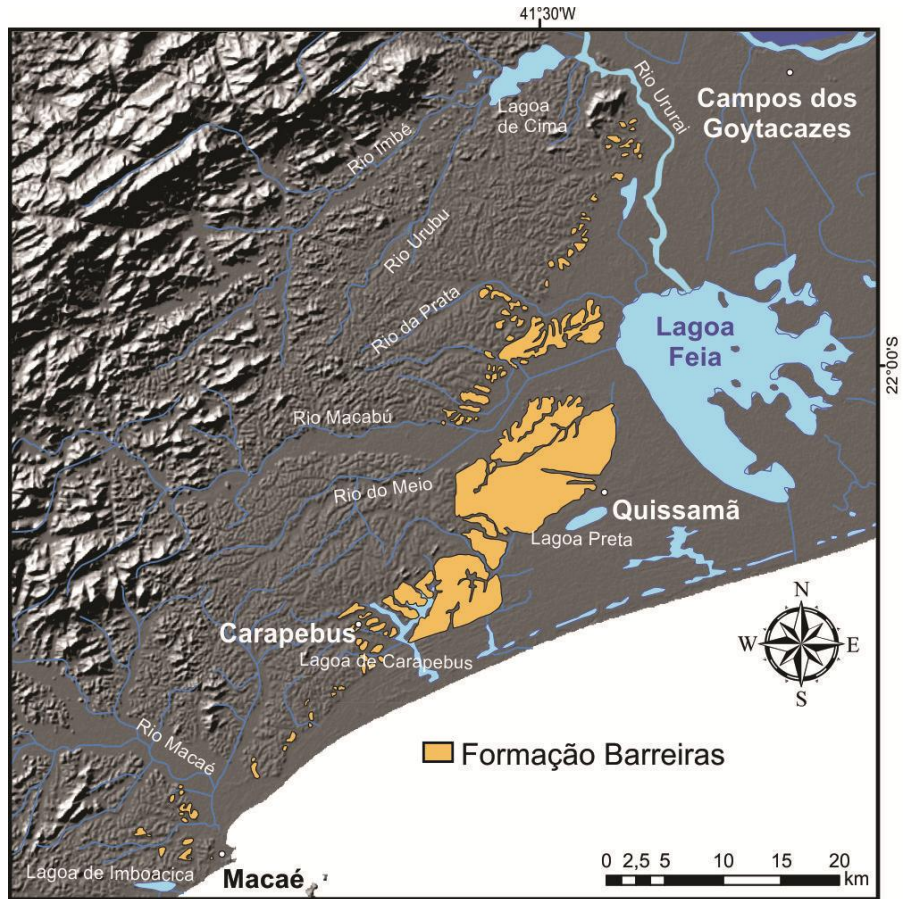
- setor I: comparando-se com os mapas elaborados por Martin *et al.* (1997) e Silva & Cunha (2001), foi identificado o mesmo padrão de pequenas ocorrências isoladas, mas com limites um pouco diferentes;

- setor II: comparando-se com os mapas elaborados por Martin *et al.* (1997) e Silva & Cunha (2001), o mapa produzido no presente estudo amplia as áreas de ocorrências localizadas entre os rios da Prata e Macabu e entre a lagoa de Carapebus e o rio Macabu (nesta última área, a diferença é ainda maior com relação ao mapa de Silva & Cunha, 2001). Para este setor, o mapa de Ferreira (1999) é o que mais se assemelha com o mapa aqui elaborado, embora este autor não reconheça as ocorrências mapeadas na margem esquerda do rio Macabu e registre uma distribuição mais contínua da Formação Barreiras a oeste da lagoa de Carapebus, enquanto, no presente estudo, foram reconhecidas manchas descontínuas abrangendo uma área maior. Os mapas de Almeida *et al.* (2009) e Nogueira *et al.* (2009) documentam ocorrências mais amplas da Formação Barreiras na área entre os rios Macabu e da Prata e mais contínuas a oeste da lagoa de Carapebus, comparando-se com o mapa aqui

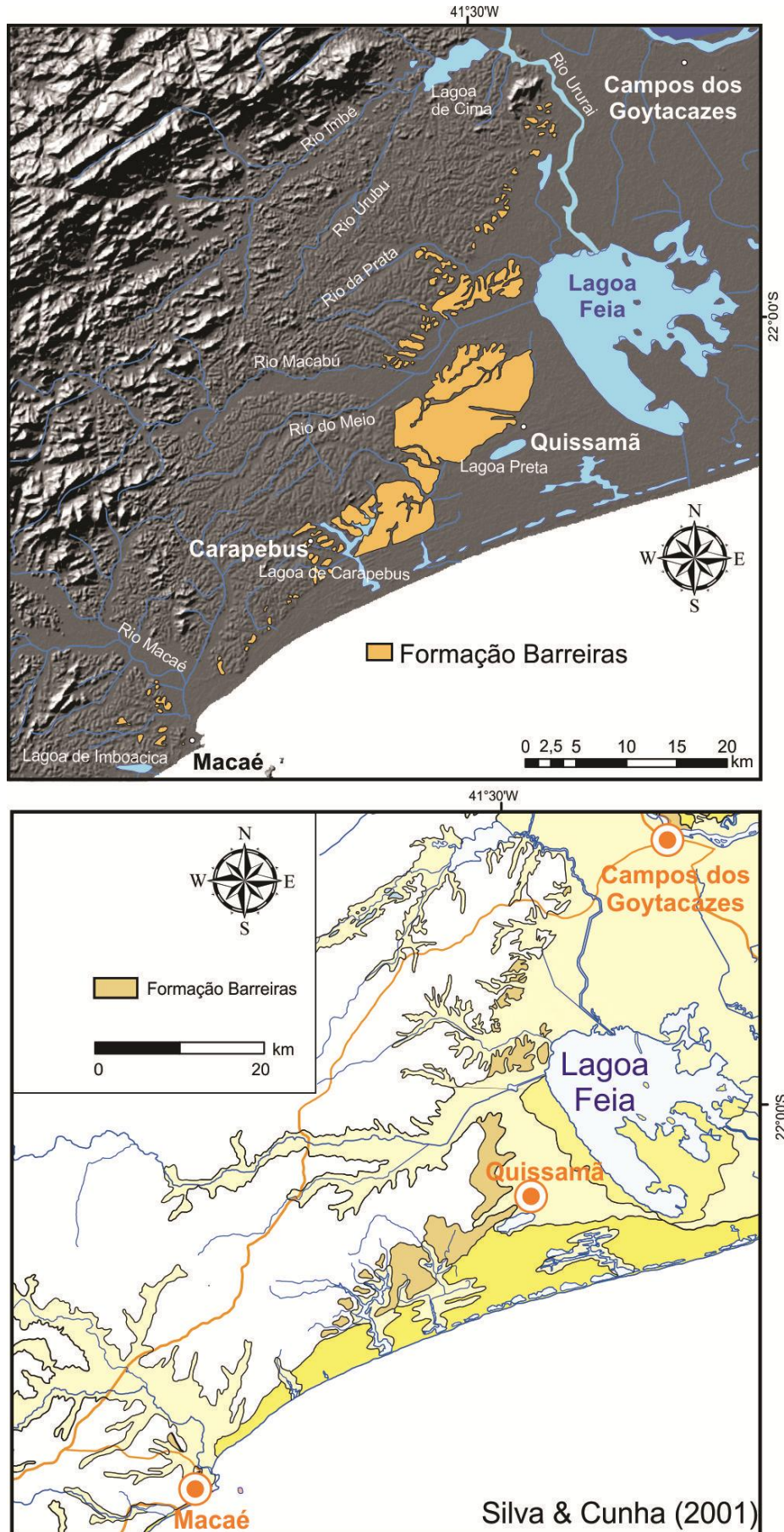
elaborado. Ao contrário, a área de ocorrência da Formação Barreiras entre o rio Macabu e a lagoa de Carapebus, segundo Almeida *et al.* (2009), é menos extensa do que a que foi reconhecida no presente estudo;

- setor III: Martin *et al.* (1997), Ferreira (1999) e Silva & Cunha (2001) não identificaram ocorrências da Formação Barreiras neste setor. Almeida *et al.* (2009) documentaram uma ampla área de ocorrência da Formação Barreiras a sudoeste do rio Macaé e não registraram ocorrências a nordeste deste rio, em comparação com mapa elaborado no presente estudo, que documenta manchas descontínuas nestas duas áreas;

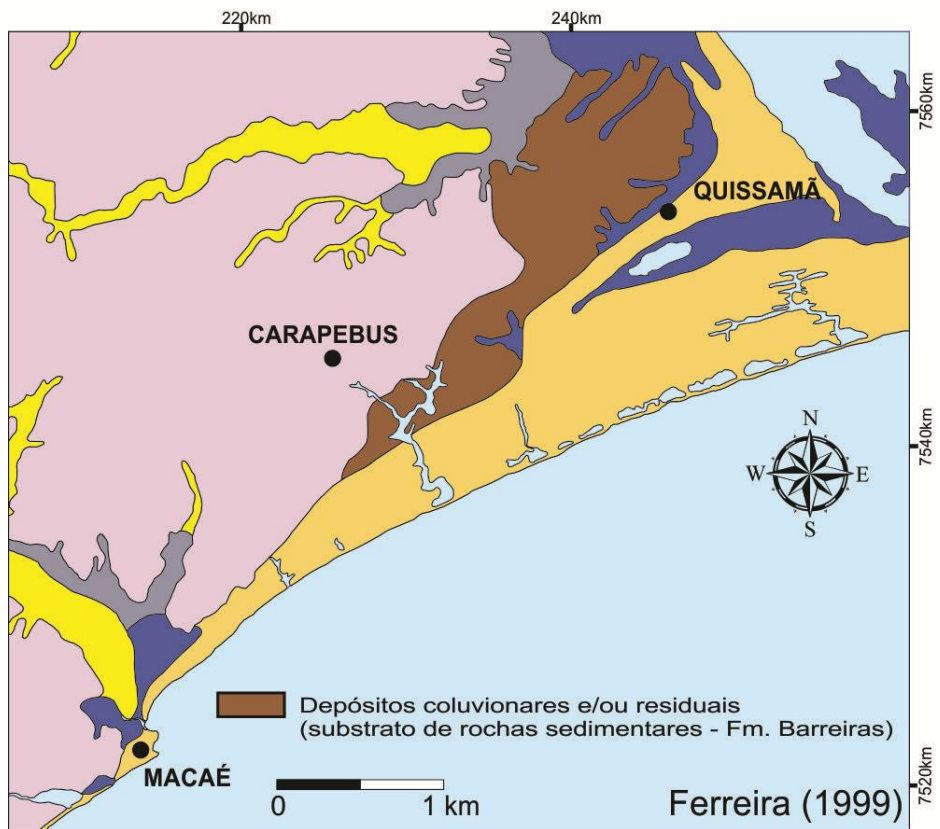
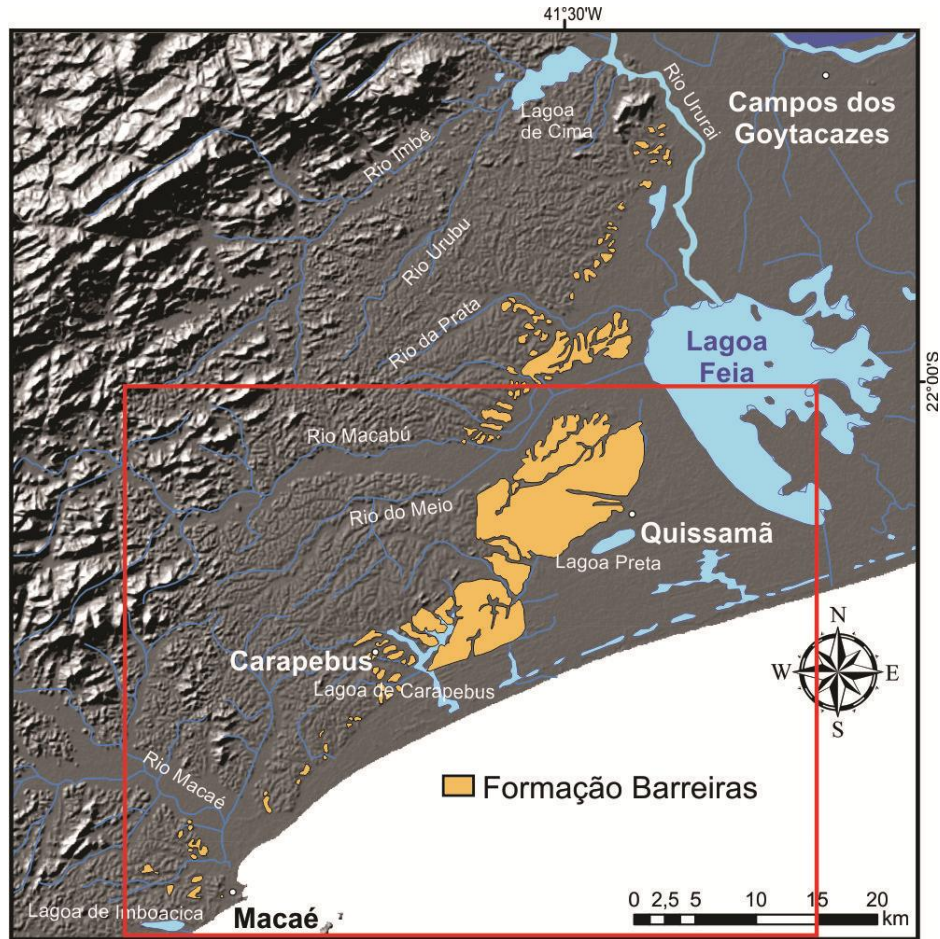
- setor IV: no setor entre Macaé e Búzios, Martin *et al.* (1997) e Silva & Cunha (2001) registraram uma pequena ocorrência da Formação Barreiras a norte da cidade de Búzios. Nesta mesma região, Schmitt *et al.* (2009) cartografaram uma ocorrência mais ampla. O mapa apresentado no presente estudo registra pequenas manchas na mesma área, e também a oeste e a sul.



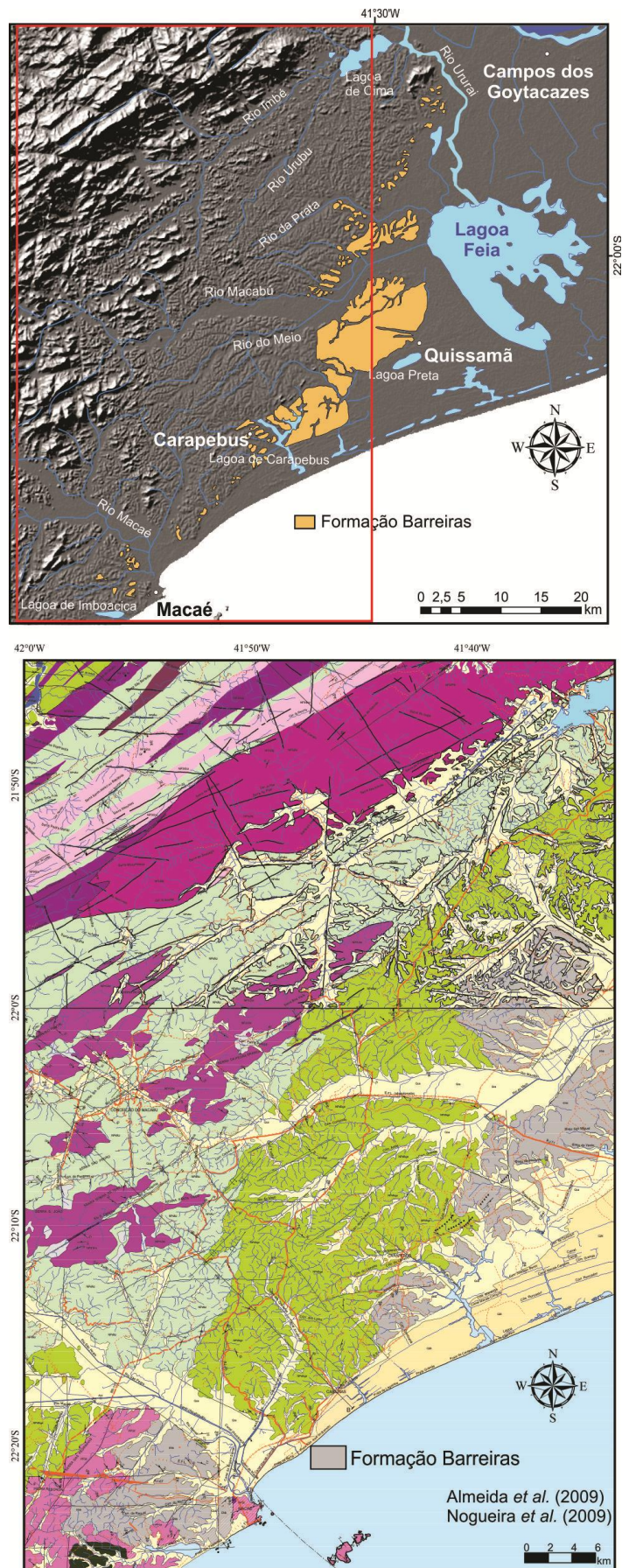
**Figura 5.9:** Mapa da distribuição da Formação Barreiras na área entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com o mapa elaborado por Martin *et al.* (1997).



**Figura 5.10:** Mapa da distribuição da Formação Barreiras na área entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com o mapa elaborado por Silva & Cunha (2001).

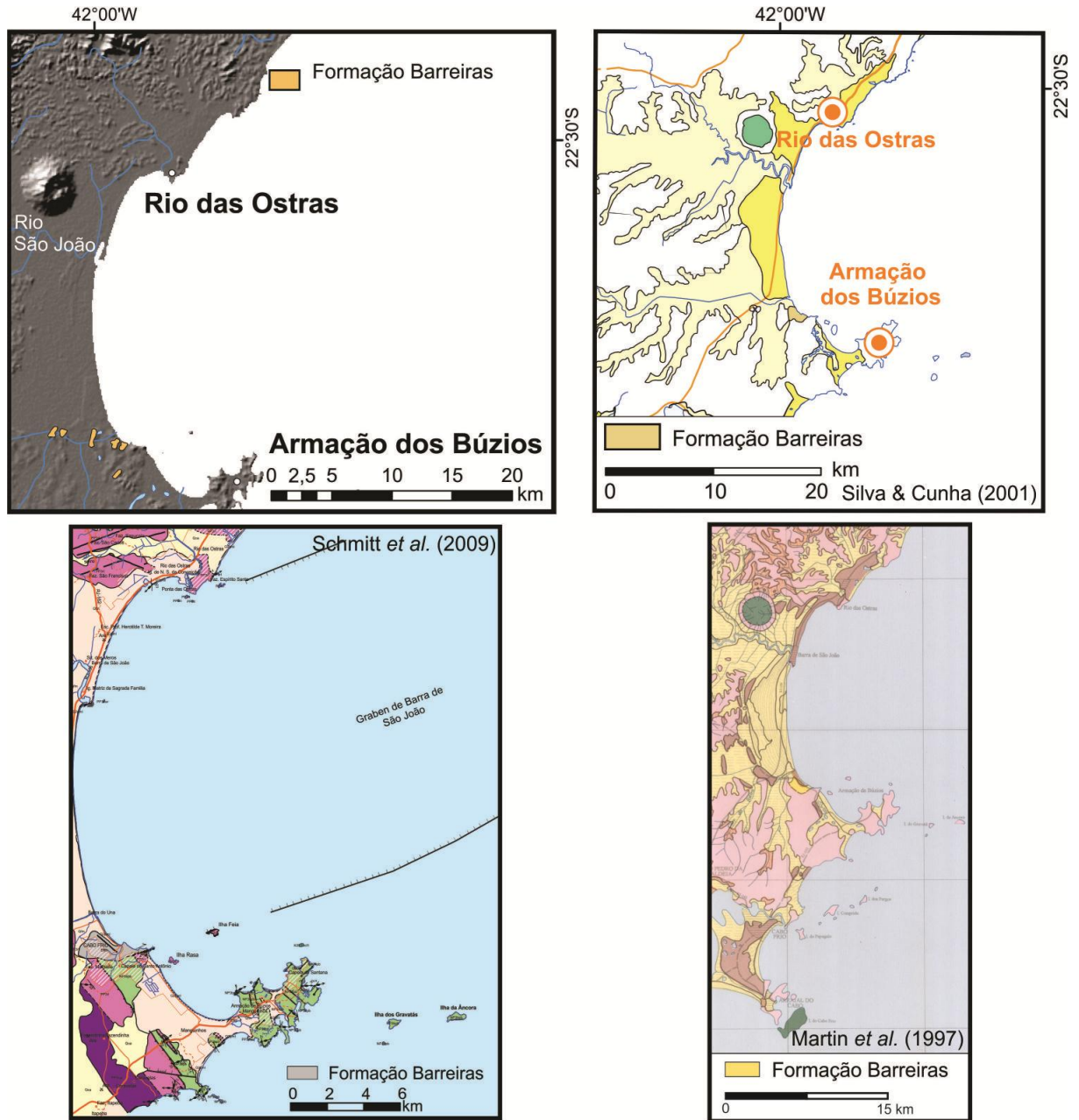


**Figura 5.11:** Mapa da distribuição da Formação Barreiras na área entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com o mapa elaborado por Ferreira (1999). O retângulo em vermelho corresponde à área em comum aos dois mapas.



**Figura 5.12:** Mapa da distribuição da Formação Barreiras entre a lagoa de Cima (Campos dos Goytacazes) e a lagoa de Imboacica (Macaé) em comparação com a integração dos mapas geológicos das folhas Macaé e São Fidélis 1:100.000 (Almeida *et al.*, 2009 e Nogueira *et al.*, 2009). O retângulo em vermelho corresponde à área em comum aos dois mapas.





**Figura 5.13:** Mapa da distribuição da Formação Barreiras entre Macaé e Búzios em comparação com os mapas elaborados por Martin *et al.* (1997), Silva & Cunha (2001) e Schmitt *et al.* (2009).

Com o objetivo de obter uma melhor compreensão a respeito dos fatores que controlam a distribuição dos depósitos da Formação Barreiras na área de estudo, foram realizadas análises de lineamentos e estruturais, que serão apresentadas a seguir.

### 5.1.2 ANÁLISE DE LINEAMENTOS E DE DADOS ESTRUTURAIIS

A etapa de identificação de feições lineares do relevo, tendo como base os MDEs elaborados, resultou no reconhecimento de um total de 1.396 lineamentos (Figura 5.14). Buscando uma melhor interpretação, os lineamentos foram individualizados em três compartimentos geomorfológicos: compartimento serrano (43% dos lineamentos); compartimento de colinas suaves do embasamento (50% dos lineamentos); e compartimento do domínio da Formação Barreiras (7% dos lineamentos).

Com base na frequência de direção dos lineamentos foi possível agrupá-los em cinco classes distintas (N0-36E, N36-72E, N72-90E/N72-90W, N36-72W e N0-36W), as quais apresentam intervalos iguais de azimute (Figura 5.14 e Tabela 5.1).

**Tabela 5.1:** Quantidade e frequência de lineamentos classificados segundo a sua orientação e compartimento.

	Quantidade (porcentagem) de Lineamentos					Total
	N0-36E	N36-72E	N72-90E /N72-90W	N36-72W	N0-36W	
<b>Compartimento Serrano</b>	<b>69</b> (12%)	<b>225</b> (38%)	<b>145</b> (24%)	<b>110</b> (18%)	<b>51</b> (9%)	<b>600</b> (100%)
<b>Compartimento de Colinas Suaves</b>	<b>132</b> (19%)	<b>263</b> (38%)	<b>147</b> (21%)	<b>83</b> (12%)	<b>70</b> (10%)	<b>695</b> (100%)
<b>Compartimento da Fm. Barreiras</b>	<b>13</b> (13%)	<b>18</b> (18%)	<b>33</b> (33%)	<b>24</b> (24%)	<b>13</b> (13%)	<b>101</b> (100%)
<b>Total</b>	<b>214</b> (15%)	<b>506</b> (36%)	<b>325</b> (23%)	<b>217</b> (16%)	<b>134</b> (10%)	<b>1396</b> (100%)

Nas regiões correspondentes ao embasamento cristalino (compartimentos Serrano e de Colinas Suaves) predomina a classe de lineamentos com direções N36-72E, sendo mais comuns as direções N45-72E, como mostram as rosetas de frequência. Tais lineamentos têm forte relação com a configuração litoestrutural da Faixa Ribeira. A classe N72-90E/N72-90W também apresenta uma importante concentração de lineamentos neste domínio. O intervalo ENE provavelmente também está associado ao mesmo controle geológico; já o intervalo WNW pode estar associado a estruturas mais recentes, conforme será discutido adiante.

Já no compartimento da Formação Barreiras, os lineamentos predominantes correspondem à classe N72-90E/N72-90W, sendo mais comuns os de direções N81-90E e N72-90W. Os lineamentos de direções N36-72W também são bastante frequentes, o que difere do padrão encontrado para o embasamento, que, percentualmente, apresenta valores menos representativos nesta classe. A classe de lineamentos N36-72E, mais importante no

embasamento, mostra-se menos representativa no domínio da Formação Barreiras. Esta configuração estrutural será discutida ainda neste capítulo.

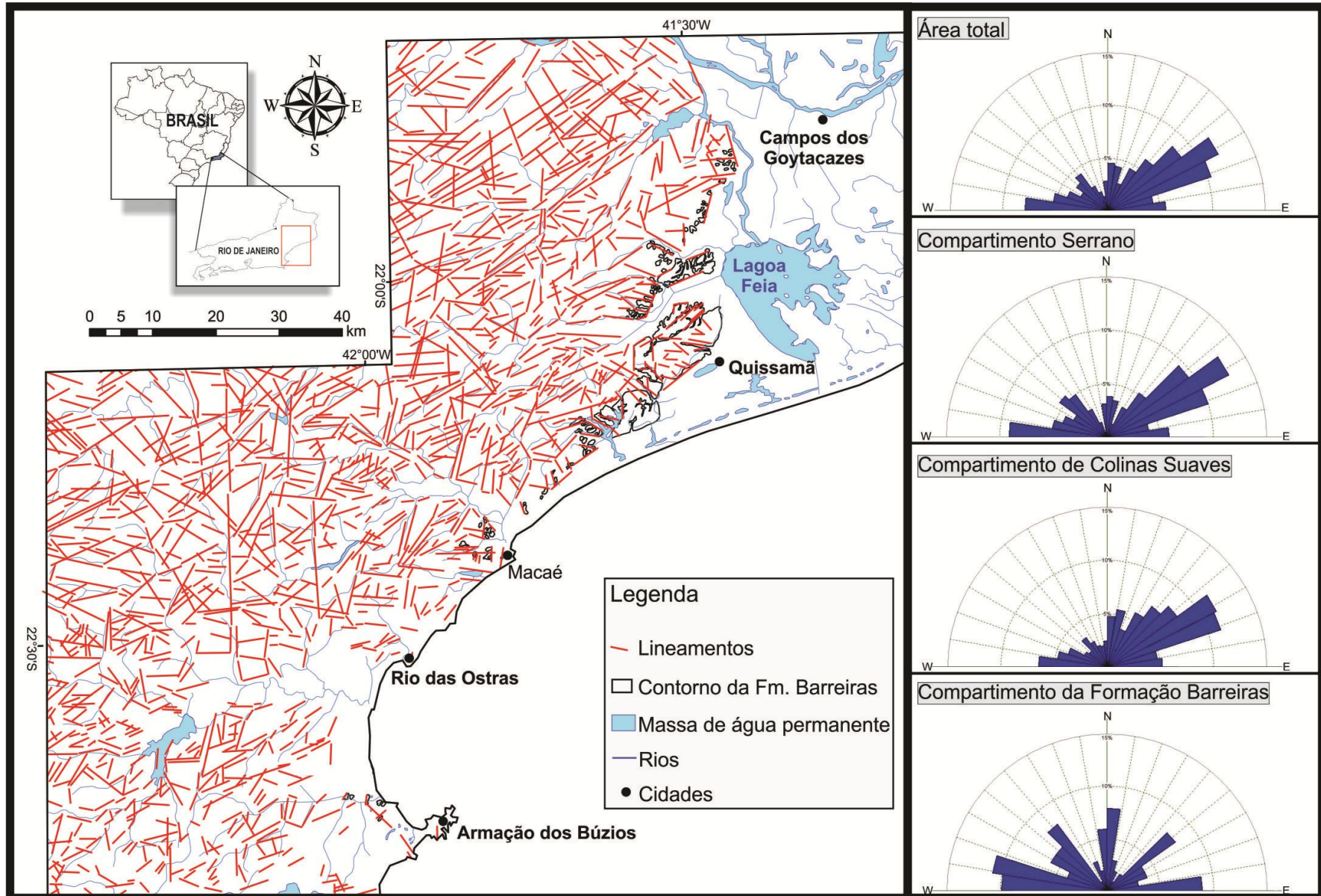
Com base nos mapas de lineamentos de cada classe definida, foram gerados mapas de densidade, com o objetivo de realizar uma melhor análise da distribuição dos lineamentos (figuras 5.15 a 5.19).

A classe de lineamentos N36-72E, predominante no domínio do embasamento cristalino, aparece de forma ampla por toda a área de estudo, apresentando *trends* bastante contínuos, que ultrapassam os limites dos compartimentos. Ocorre com maior frequência no compartimento serrano (Figura 5.15).

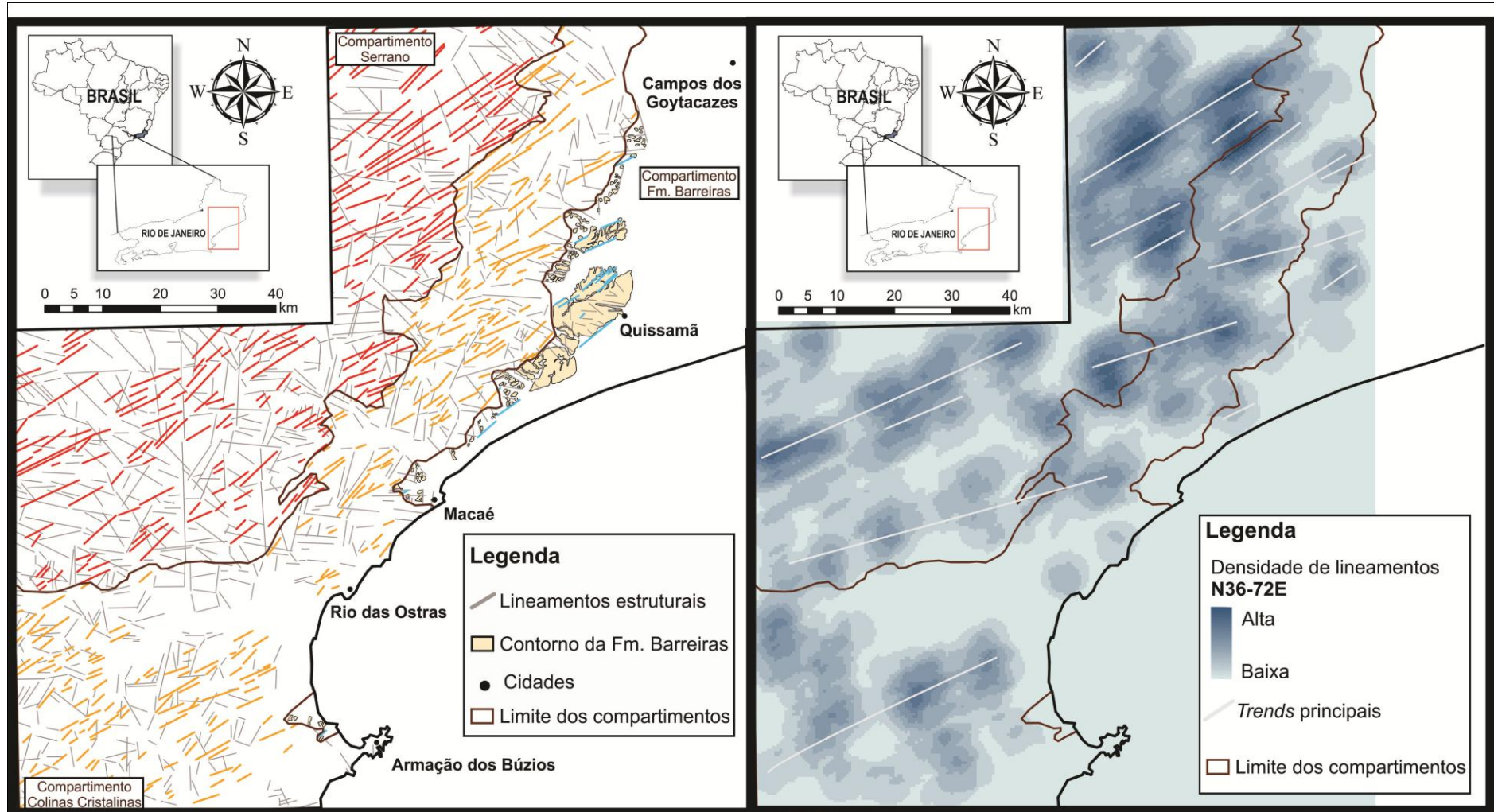
Os lineamentos pertencentes à classe N72-90E/N72-90W, predominantes no compartimento da Formação Barreiras e de grande importância nos demais domínios, ocorrem de maneira mais expressiva entre as localidades de Macaé e Rio das Ostras, formando *trends* aproximadamente E-W que se distribuem pelos três compartimentos diferentes, ultrapassando os seus limites (Figura 5.16).

A classe de lineamentos entre N36-72W possui grande importância no compartimento da Formação Barreiras e aparece de forma bem marcada na região sul do compartimento serrano. Os *trends* formados por estes lineamentos não se restringem aos limites dos compartimentos, indicando uma continuidade. No entanto, esta classe é praticamente ausente para o compartimento de colinas suaves do embasamento, o que pode ser explicado por uma forte influência de lineamentos de outras direções que dificultam a identificação destes na escala de trabalho (Figura 5.17).

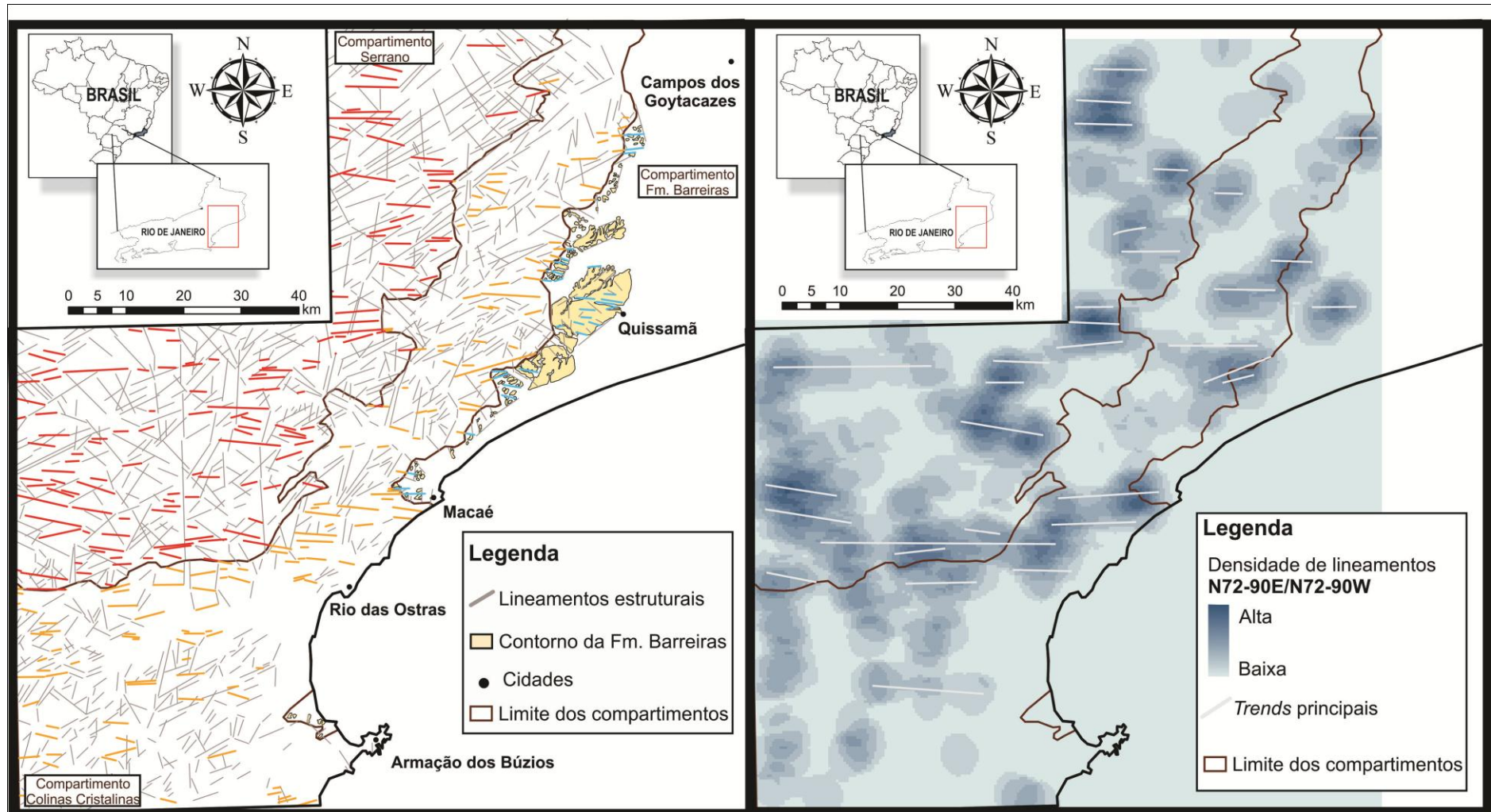
As classes de lineamentos de direções N0-36E e N0-36W são menos relevantes na área de estudo, apresentando *trends* principais na região central da área (lineamentos N0-36E - Figura 5.18) e na região sul do compartimento serrano (lineamentos N0-36W - Figura 5.19).



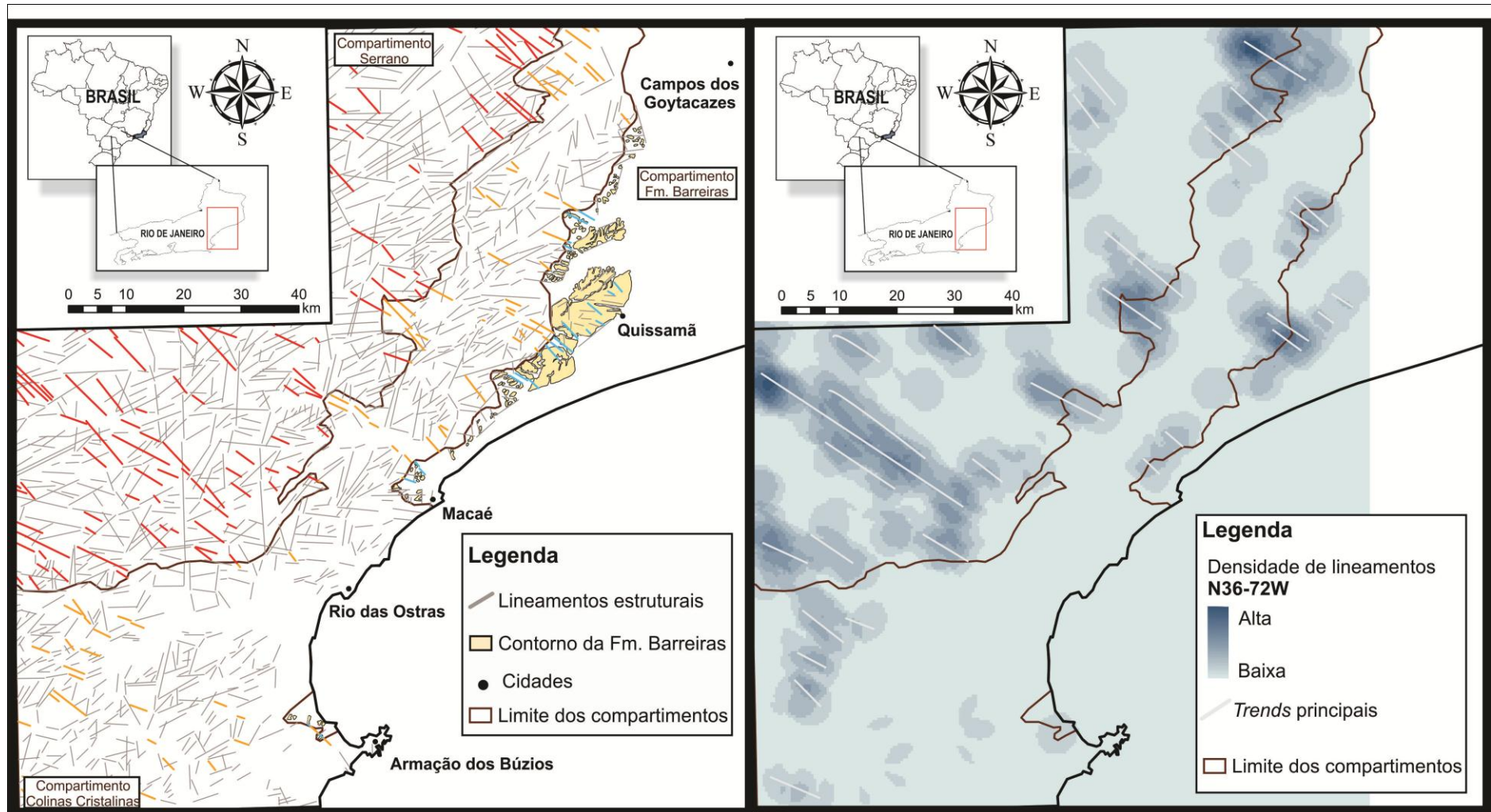
**Figura 5.14:** Mapa de lineamentos da área de estudo e rosetas de frequência de direção para a área total e de cada compartimento geomorfológico. Cada barra de cor azul representa um intervalo de  $09^\circ$  (nove graus).



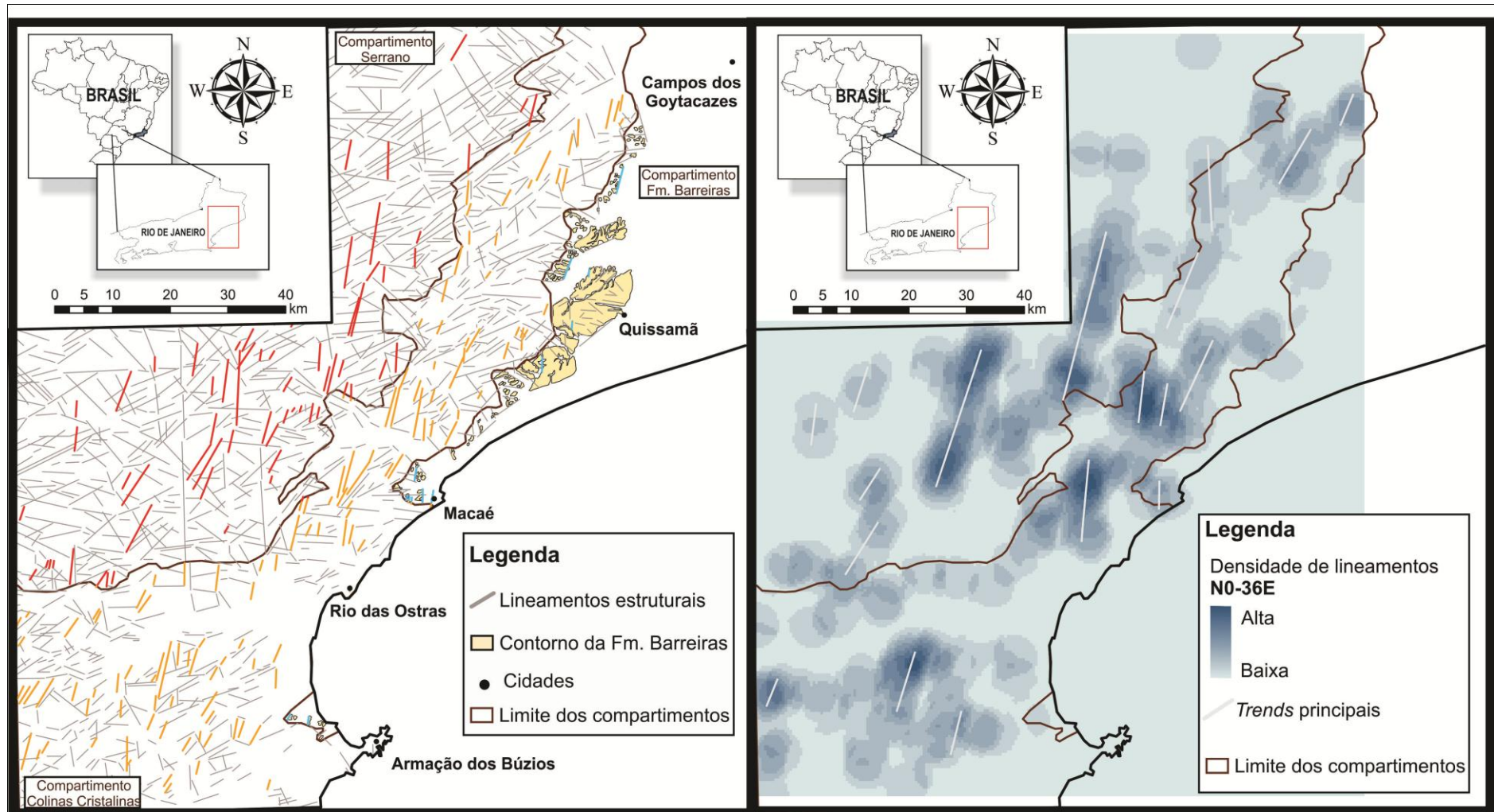
**Figura 5.15:** Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N36-72E e mapa de densidade de lineamentos de direção N36-72E, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento.



**Figura 5.16:** Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N72-90E/N72-90W e mapa de densidade de lineamentos de direção N72-90E/N72-90W, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento.

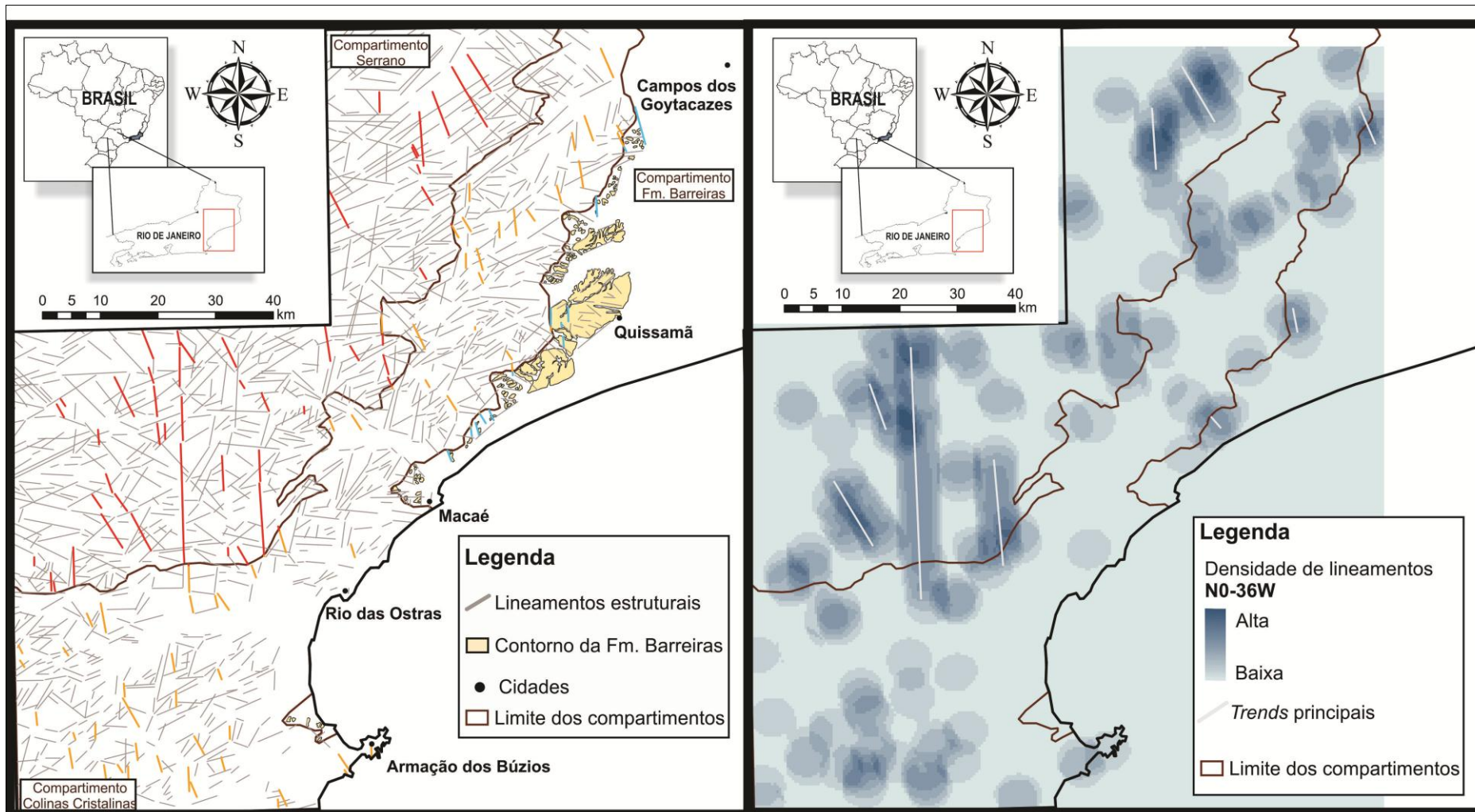


**Figura 5.17:** Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N36-72W e mapa de densidade de lineamentos de direção N36-72W, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento.



**Figura 5.18:** Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N0-36E e mapa de densidade de lineamentos de direção N0-36E, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento.





**Figura 5.19:** Mapa de lineamentos com destaque para aqueles de direção N0-36W e mapa de densidade de lineamentos de direção N0-36W, com a interpretação dos *trends* principais. As diferentes cores para os lineamentos na direção considerada buscam realçar a distribuição por cada compartimento.

A análise mais detalhada dos lineamentos no domínio dos depósitos da Formação Barreiras (Figura 5.20) permitiu observar que os lineamentos com orientação no quadrante NW são os mais importantes na compartimentação das áreas de ocorrência desta unidade, já que a maior densidade dos lineamentos NW e WNW ocorre principalmente nas áreas em que os depósitos da Formação Barreiras apresentam-se segmentados. Tal influência também foi identificada por autores anteriores na região entre os rios Paraíba do Sul e Doce (Ribeiro, 2010) e no estado do Espírito Santo (Miranda, 2009 e Bricalli, 2011).

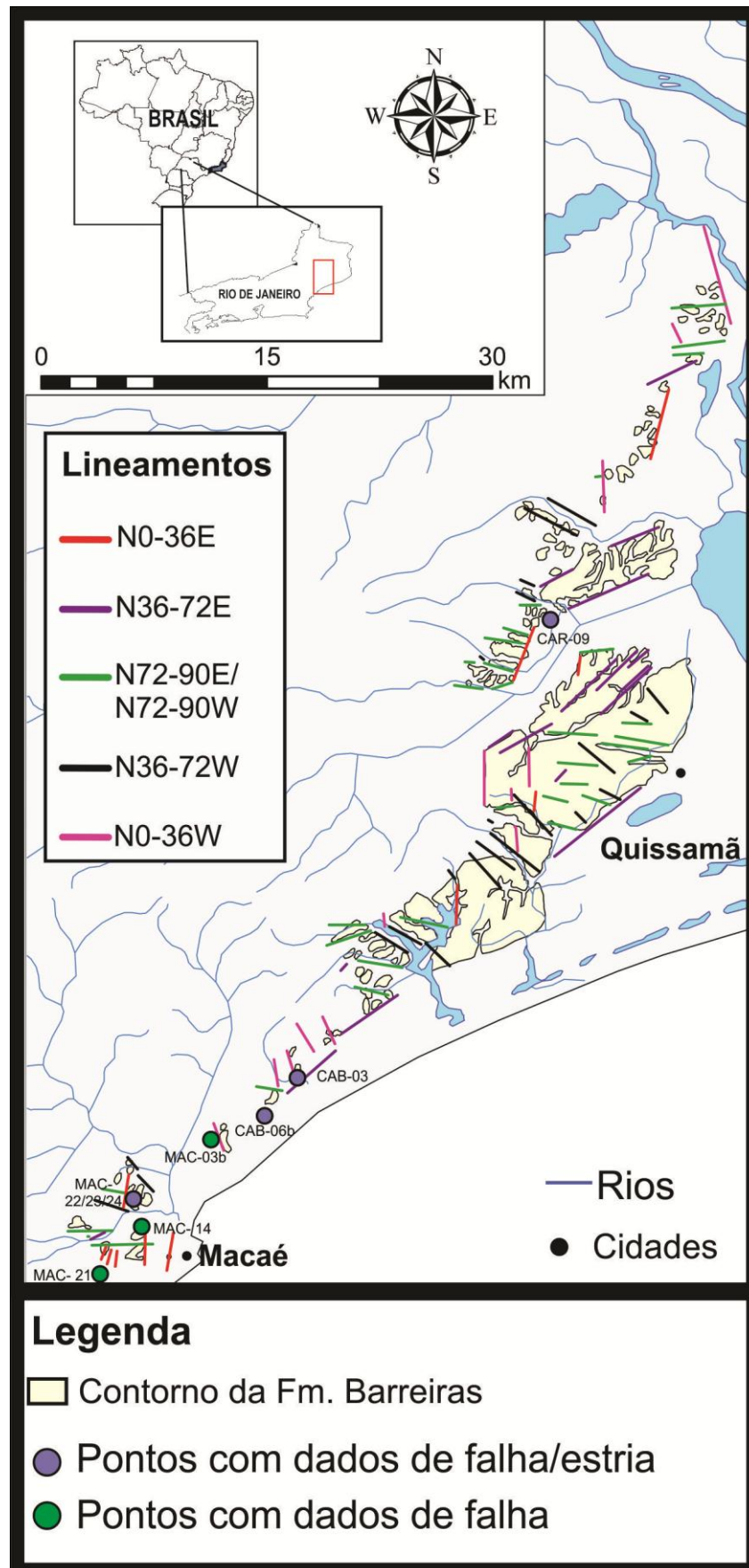
Os lineamentos N36-72E, que ocorrem de forma bastante expressiva nas regiões do embasamento cristalino, aparecem nos limites dos depósitos da Formação Barreiras, sugerindo reativações de estruturas com esta orientação, que podem ser sindeposicionais ou posteriores à deposição da Formação Barreiras.

Com o objetivo de discutir o controle por eventos tectônicos dos principais padrões de lineamentos identificados, foram realizadas análises estruturais com base em dados de falhas coletados em seções aflorantes.

A análise estrutural foi realizada com base em 47 (quarenta e sete) dados de falhas, que ocorrem afetando o embasamento intemperizado, os sedimentos da Formação Barreiras e depósitos quaternários, em 09 (nove) afloramentos distribuídos entre as cidades de Quissamã e Macaé (Tabela 5.2; Figura 5.20; Anexo 3).

**Tabela 5.2:** Relação dos afloramentos que apresentam dados estruturais.

Afloramentos	Coordenadas (Datum: Córrego Alegre – 24K)		Número de medidas	Observação
	X	Y		
<b>Cabiúnas-03</b>	221533	7533936	01	Dados de falha com estria
<b>Cabiúnas-06b</b>	219138	7531335	08	Dados de falhas com estria
<b>Carapebus-09</b>	238157	7564295	08	Dados de falhas com estria
<b>Macaé-3b</b>	216028	7529600	02	-
<b>Macaé-14</b>	211228	7523411	01	-
<b>Macaé-21</b>	206345	7519682	01	-
<b>Macaé-22</b>	210701	7525080	14	Dados de falhas com estria
<b>Macaé-23</b>	210550	7525202	03	Dados de falhas com estria
<b>Macaé-24</b>	210328	7525633	08	Dados de falhas com estria

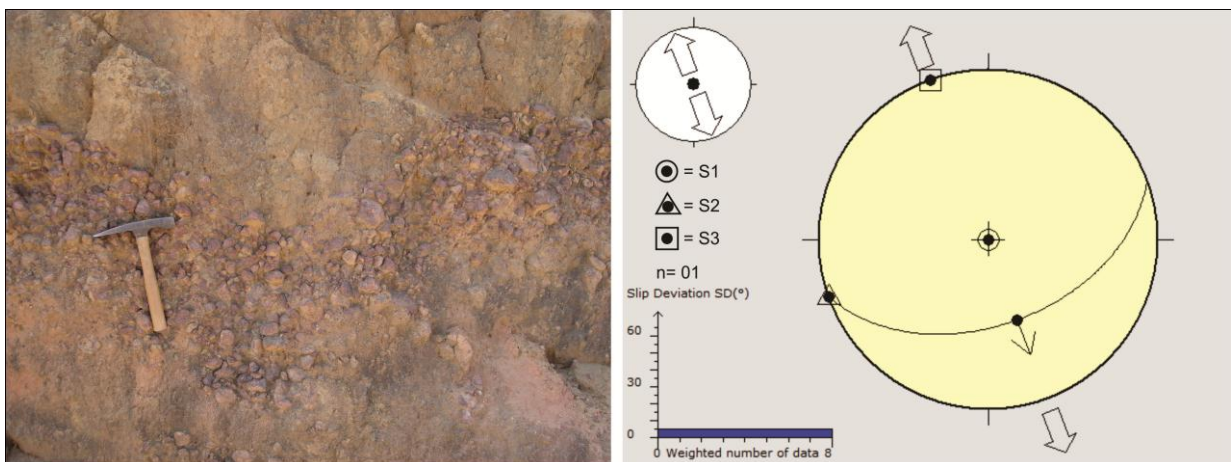


**Figura 5.20:** Mapa de lineamentos identificados na área de ocorrência da Formação Barreiras. Estão assinalados os pontos com dados estruturais.

Com o objetivo de reconhecer os campos de tensão geradores das estruturas identificadas, priorizaram-se as análises de dados pareados de falha e estria. A obtenção de medidas de estrias foi possível em 06 (seis) afloramentos (Figura 5.20), que serão apresentados a seguir.

#### - Cabiúnas-03 (CAB-03):

Neste ponto afloram depósitos arenosos a conglomeráticos quaternários, os quais se encontram deslocados por falhas normais. A falha normal medida possui orientação N70E, admitindo-se um campo de esforços com distensão NNW-SSE (Figura 5.21).

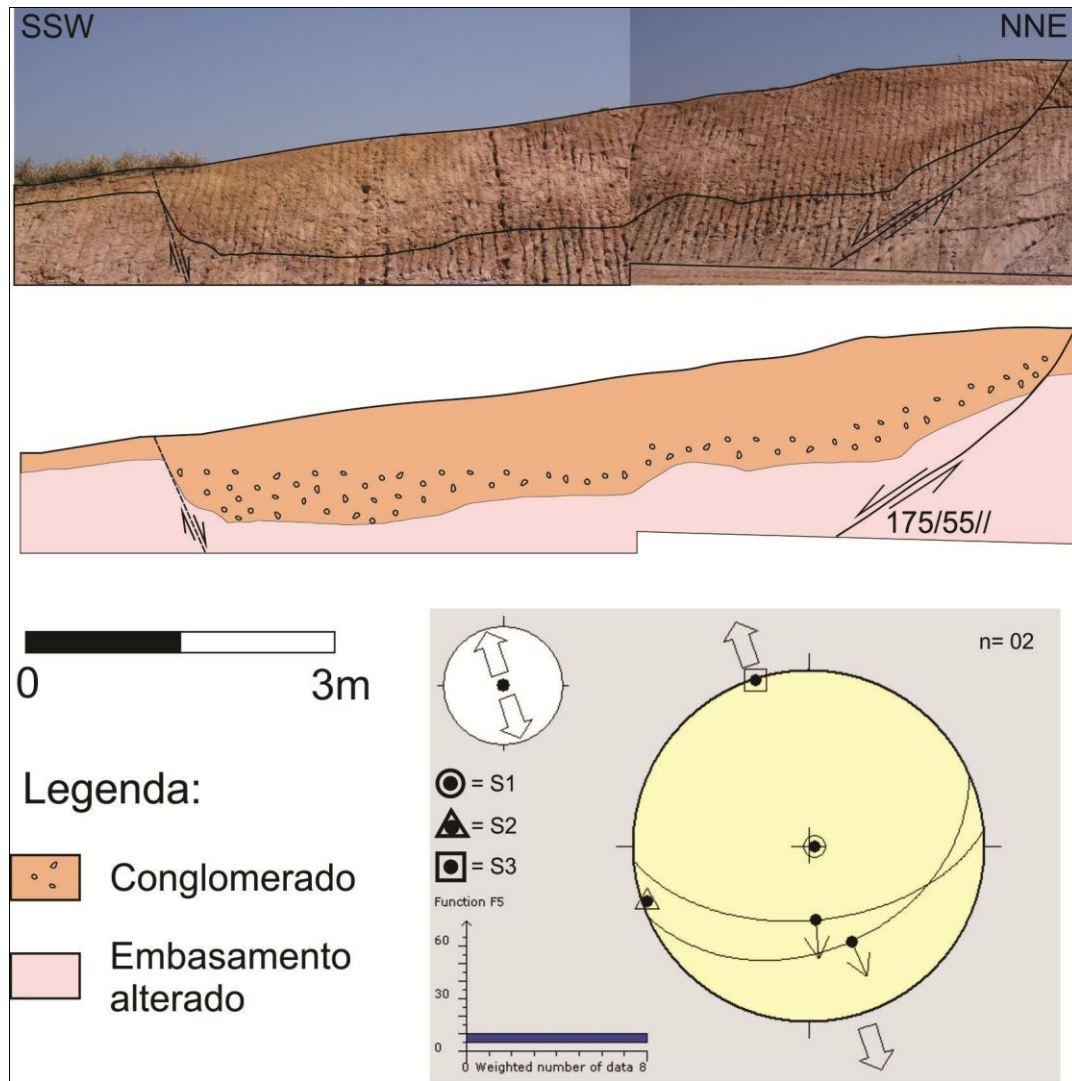


**Figura 5.21:** Falha normal NE-SW afetando depósitos arenosos e conglomeráticos quaternários no ponto Cabiúnas-03, e estereograma representando os campos de esforços tectônicos associados à geração da falha.

#### - Cabiúnas-06 (CAB-06):

Neste afloramento foram identificadas falhas normais de orientação ENE que afetam tanto o embasamento quanto os depósitos sedimentares superpostos. Estas falhas foram geradas por um campo de paleotensão com distensão NNW-SSE (Figura 5.22).

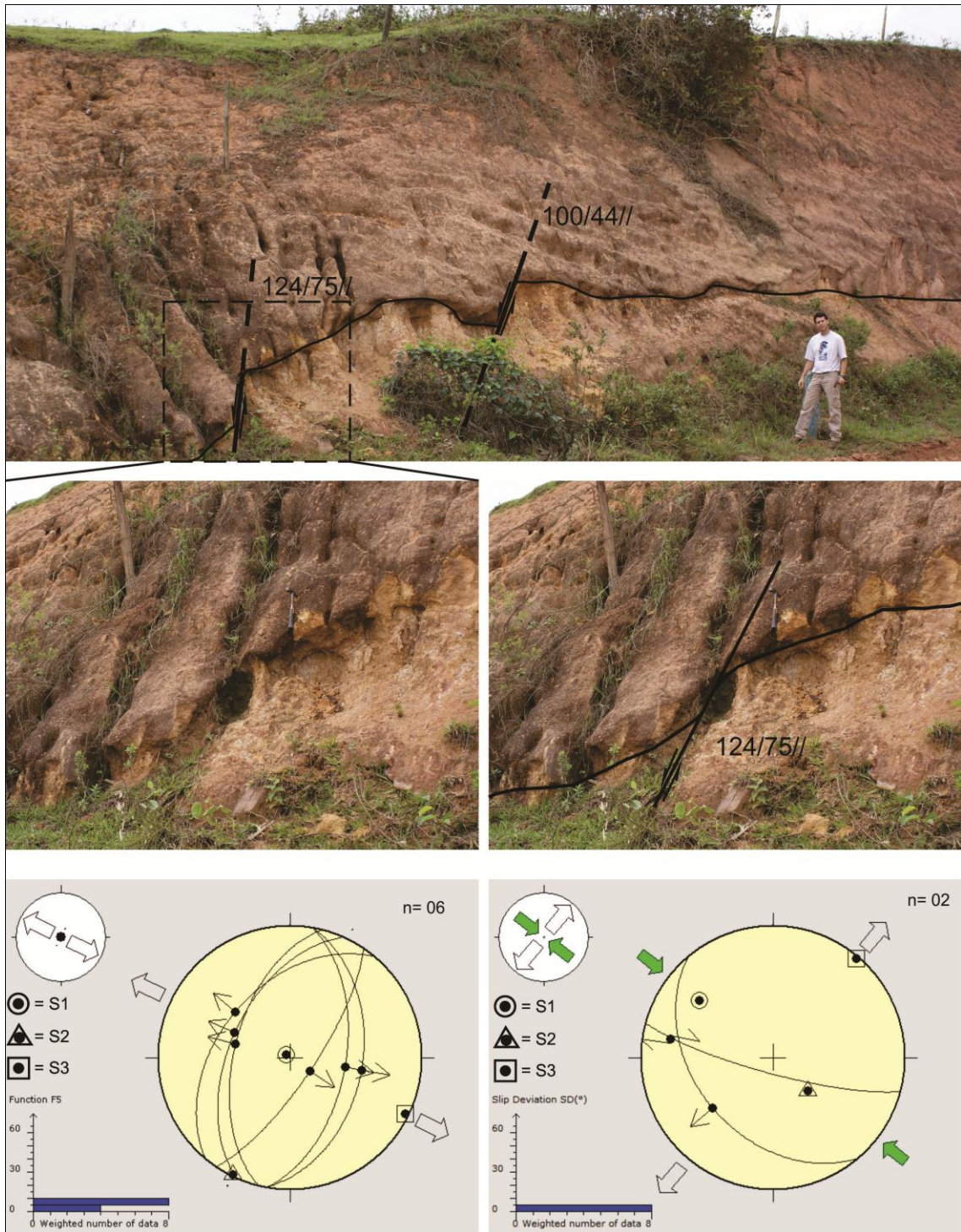
Os depósitos sedimentares nesta seção correspondem a conglomerados grossos, mal selecionados, com presença de clastos de até 3 metros de diâmetro (fanglomerados). A geração de tais depósitos pode estar associada às falhas normais identificadas e, neste caso, o evento tectônico de geração destas falhas seria sindeposicional.



**Figura 5.22:** Depósitos da Formação Barreiras afetados por falhas normais NE-SW no ponto Cabiúnas-06, e estereograma representando os campos de esforços tectônicos associados.

#### - Carapebus-09 (CAR-04):

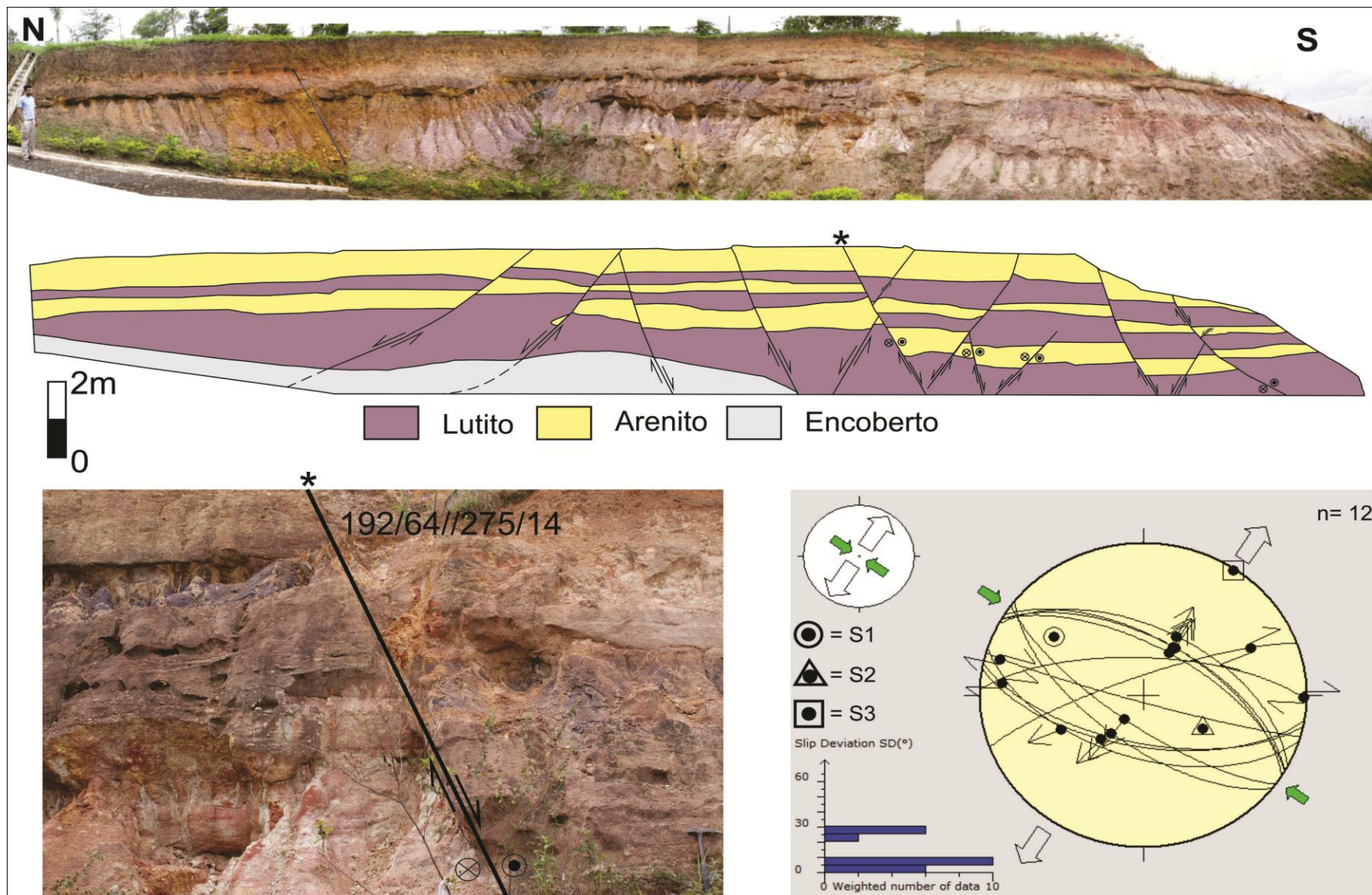
A seção Carapebus-09 exibe depósitos da Formação Barreiras recobertos por sedimentos pós-Barreiras, caracterizados por pacotes arenosos e lamosos intercalados, que se encontram afetados por falhas normais de orientação NE-SW e falhas normais e dextrais normais de orientação NW-SE. As falhas NE-SW podem ser associadas a um campo de paleotensão distensivo de orientação NW-SE, enquanto as falhas NW-SE foram geradas por esforços compressivos NW-SE e distensivos NE-SW, compatíveis com uma transcorrência dextral E-W (Figura 5.23).



**Figura 5.23:** Depósitos da Formação Barreiras afetados por falhas de pequeno rejeito no ponto Carapebus-09 e estereogramas representando os campos de esforços tectônicos associados à geração de falhas normais NE-SW e à geração de falha normal NW-SE e dextral-normal WNW-ESE.

#### - Macaé-22 (MAC-22):

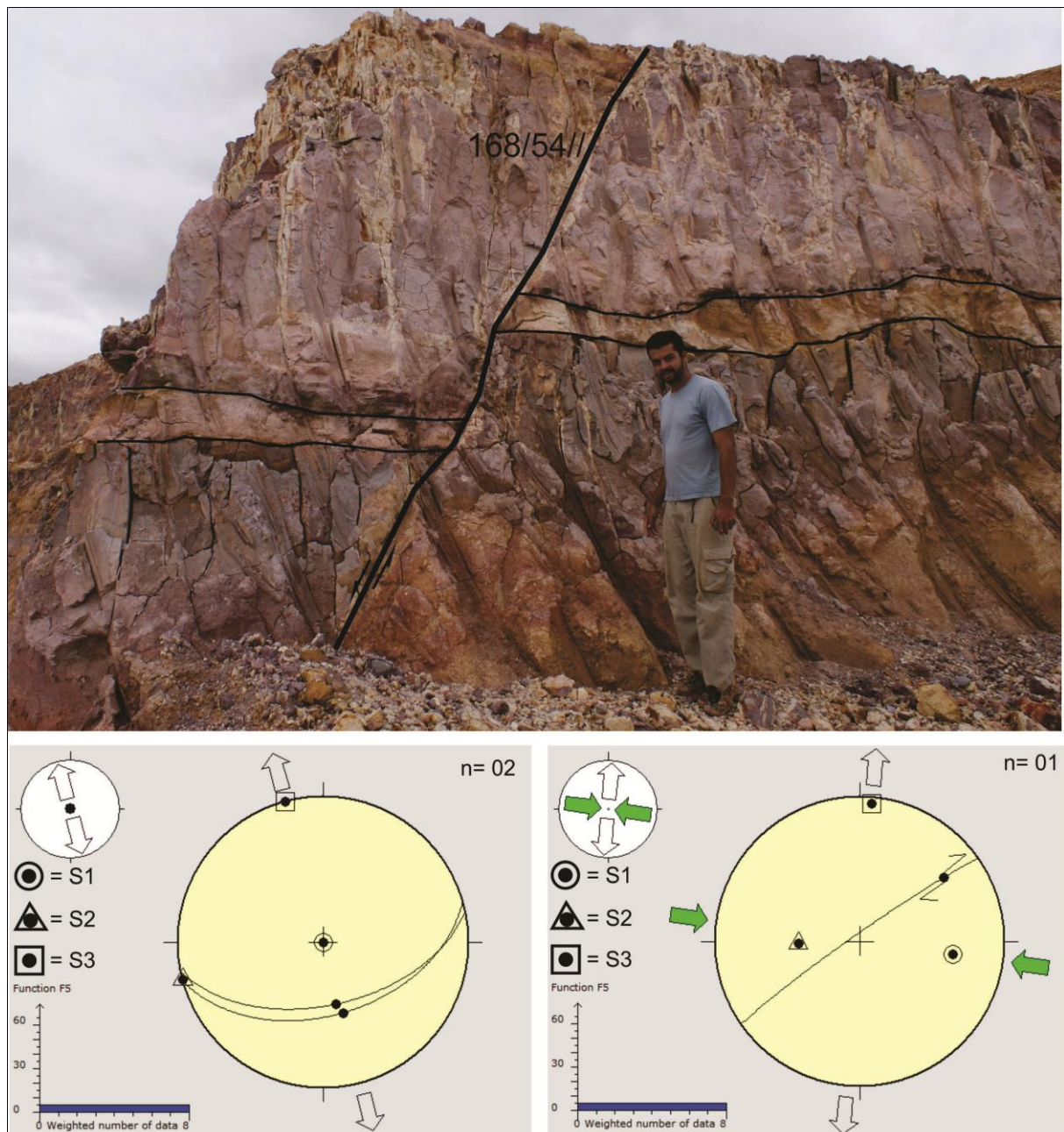
Neste ponto, foram identificadas 14 (quatorze) estruturas rúpteis afetando os depósitos da Formação Barreiras, tendo sido possível medir 12 (doze) pares de falha/estria. Estas estruturas correspondem a falhas normais e dextrais de orientação NW-SE, que indicam um campo de tensões associado à compressão NW-SE e distensão NE-SW, compatível com uma transcorrência dextral E-W (Figura 5.24).



**Figura 5.24:** Depósitos da Formação Barreiras afetados por falhas normais e dextrais no ponto Macaé-22, e estereograma representando o campo de esforços tectônicos associado.

**- Macaé 23 (MAC-23):**

O afloramento Macaé 23 apresenta depósitos da Formação Barreiras sobre o embasamento alterado, tendo sido identificadas falhas normais ENE-WSW e falha dextral-normal NE-SW. Estas estruturas estão associadas, respectivamente, a um campo de paleotensão com distensão NNW-SSE, e a um campo de esforços de compressão WNW-ESE e distensão NNE-SSW (Figura 5.25), compatível com uma transcorrência dextral E-W.

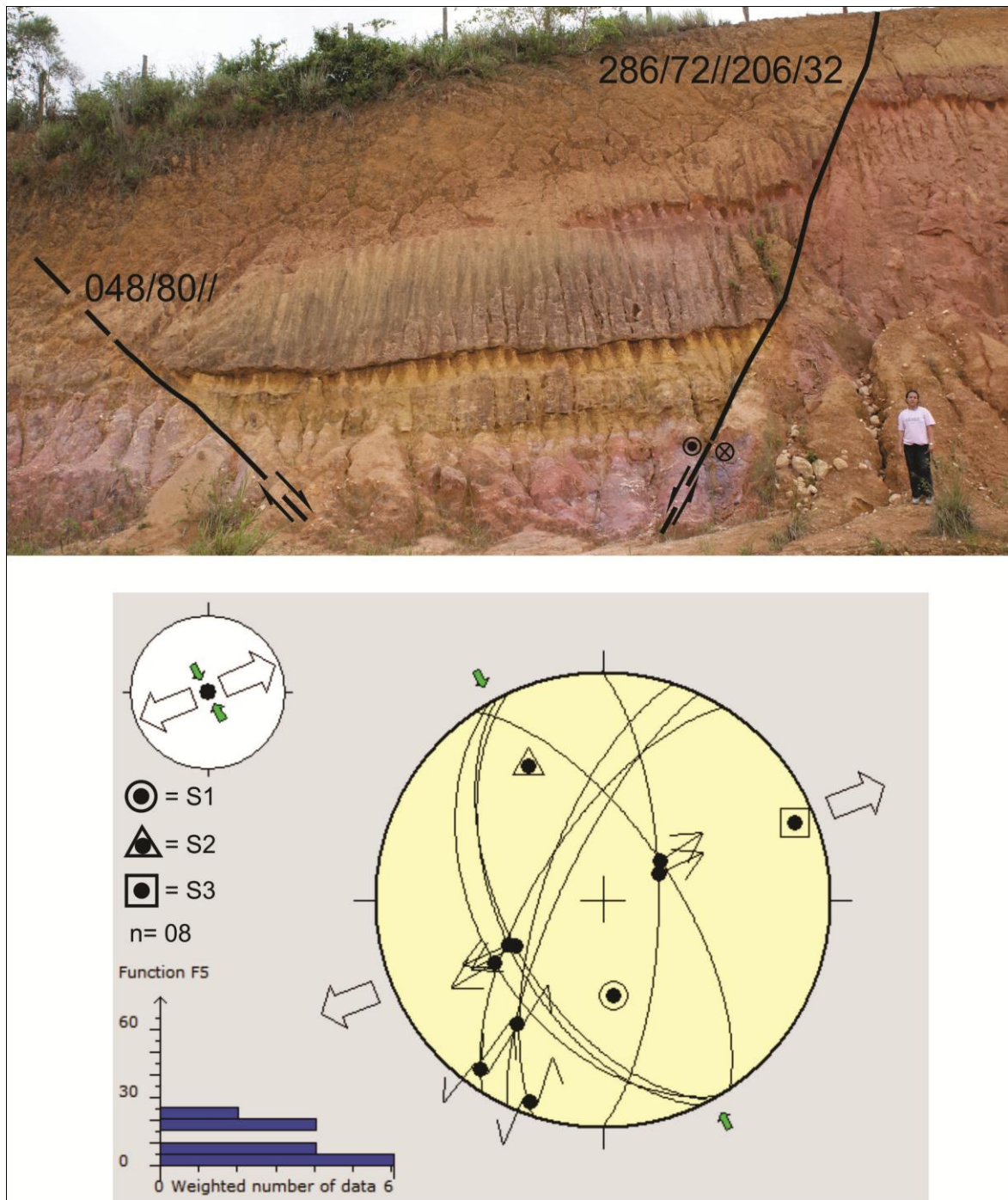


**Figura 5.25:** Depósitos da Formação Barreiras afetados por uma falha normal de orientação NE-SW no ponto Macaé-23, e estereogramas representando os campos de esforços tectônicos associados à geração de falhas normais NE-SW e à geração de falha dextral-normal NE-SW.



**- Macaé-24 (MAC-24):**

Este afloramento apresenta depósitos da Formação Barreiras recobertos por sedimentos pós-Barreiras. Esta sucessão encontra-se afetada por falhas normais de orientação NW-SE e sinistras de orientação NNE-SSW, que formam feições de grábens. O campo de paleotensão obtido mostra uma compressão NW-SE e uma distensão NE-SW (Figura 5.26), compatível com uma transcorrência dextral E-W.



**Figura 5.26:** Depósitos da Formação Barreiras afetados por falha normal NW-SE e sinistral NNE-SSW compondo um gráben assimétrico no ponto Macaé-24, e estereograma representando o campo de esforços tectônicos associado.

### 5.1.2.1 Fases Tectônicas

A análise dos campos de paleotensão correspondentes às estruturas identificadas permitiu o reconhecimento de dois eventos tectônicos afetando os depósitos da Formação Barreiras: um evento de transcorrência dextral de direção E-W e um evento de distensão de direção NW-SE.

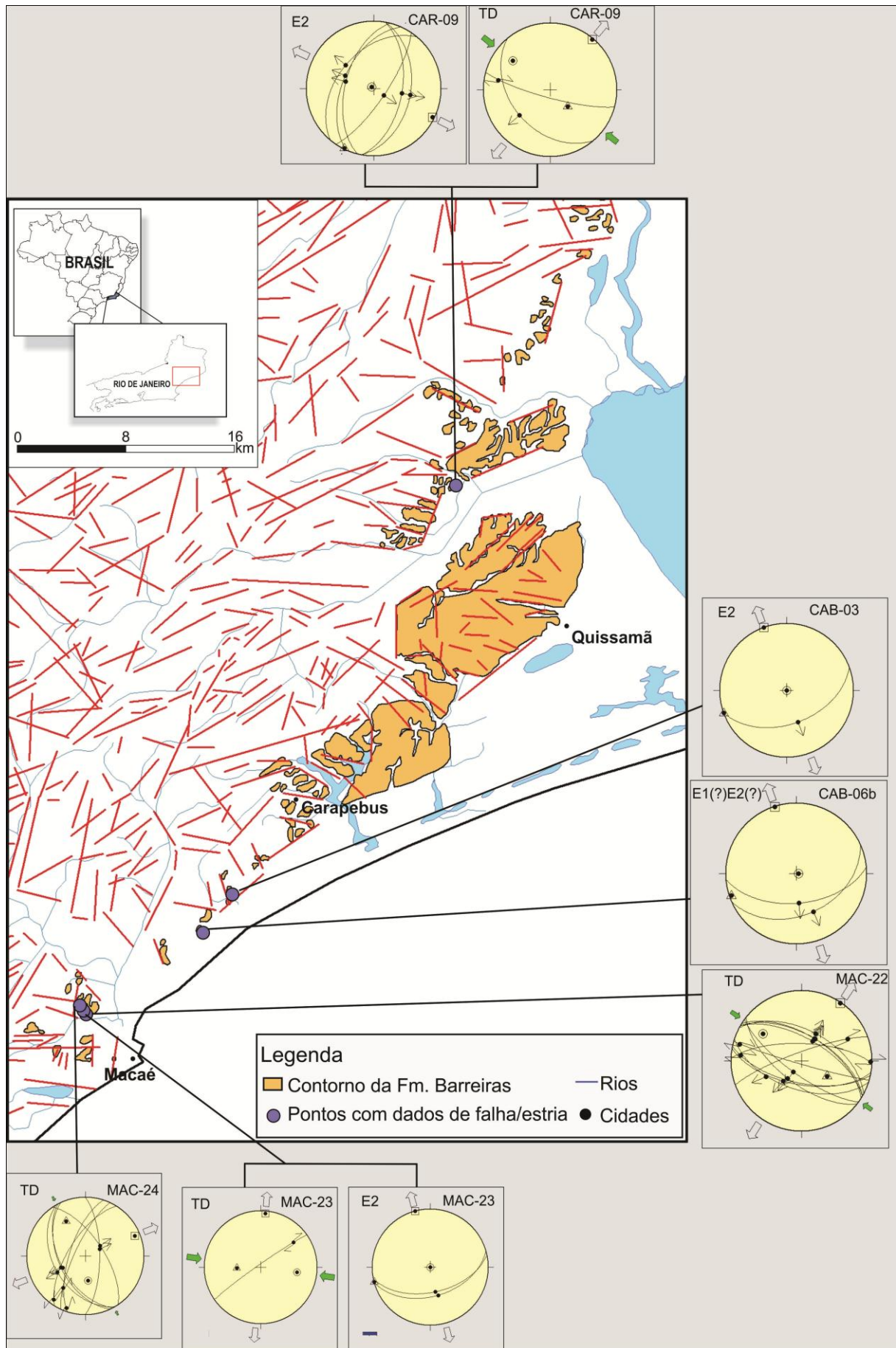
O evento de transcorrência dextral E-W é caracterizado por falhas normais e dextrais de orientação NNW a WNW, e falhas sinistrais de orientação N-S a NNE, reconhecidas nos afloramentos Carapebus-09, Macaé-22, Macaé-23 e Macaé-24 (Figura 5.27). Este evento tectônico afeta tanto os depósitos da Formação Barreiras quanto depósitos mais recentes (como visto no ponto Macaé-24).

O evento de distensão NW-SE é caracterizado por falhas normais de orientação NNE a ENE, identificadas nos afloramentos Cabiúnas-03, Cabiúnas-06, Carapebus-09 e Macaé-23 (Figura 5.27). Este evento tectônico também afeta tanto os depósitos da Formação Barreiras quanto depósitos mais recentes (como visto nos pontos Cabiúnas-03 e Macaé-24).

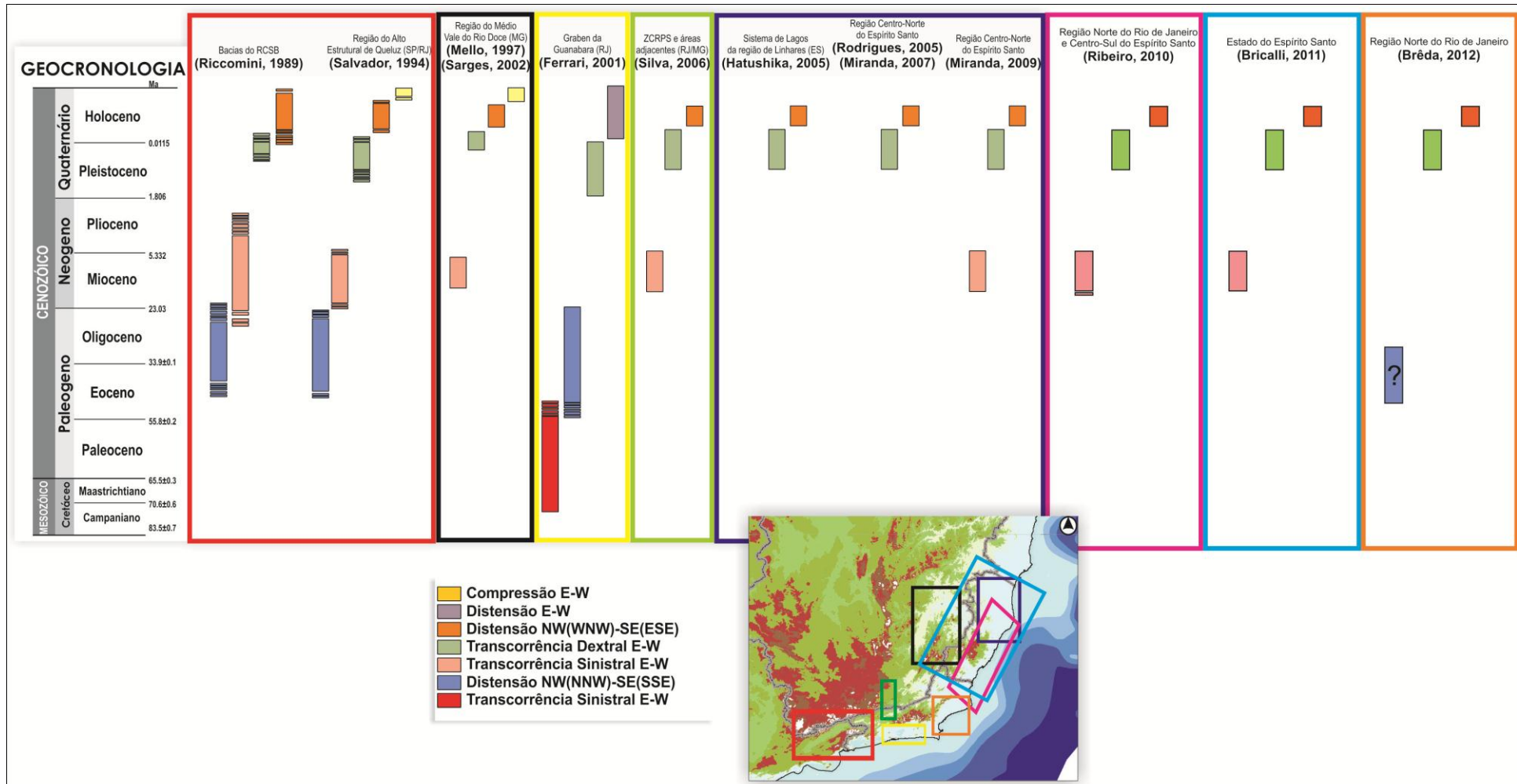
As falhas normais de orientação NNE a ENE identificadas no afloramento Cabiúnas-06 podem, conforme discutido anteriormente, estar relacionadas a mecanismos tectônicos sindeposicionais, associados a um evento mais antigo de distensão NW-SE.

Os eventos tectônicos identificados podem ser correlacionados aos regimes tectônicos cenozoicos reconhecidos por Riccomini *et al.* (2004) e outros autores, como Miranda (2009), Ribeiro (2010) e Bricalli (2011), apresentados no capítulo 3 (item 3.2.2.3). Esta correlação permite atribuir uma idade paleogênica ao evento mais antigo de distensão NW-SE; pleistocênica a holocênica ao evento de transcorrência dextral E-W (TD E-W); e holocênica ao evento mais novo de distensão NW-SE (E2). Figura 5.28.

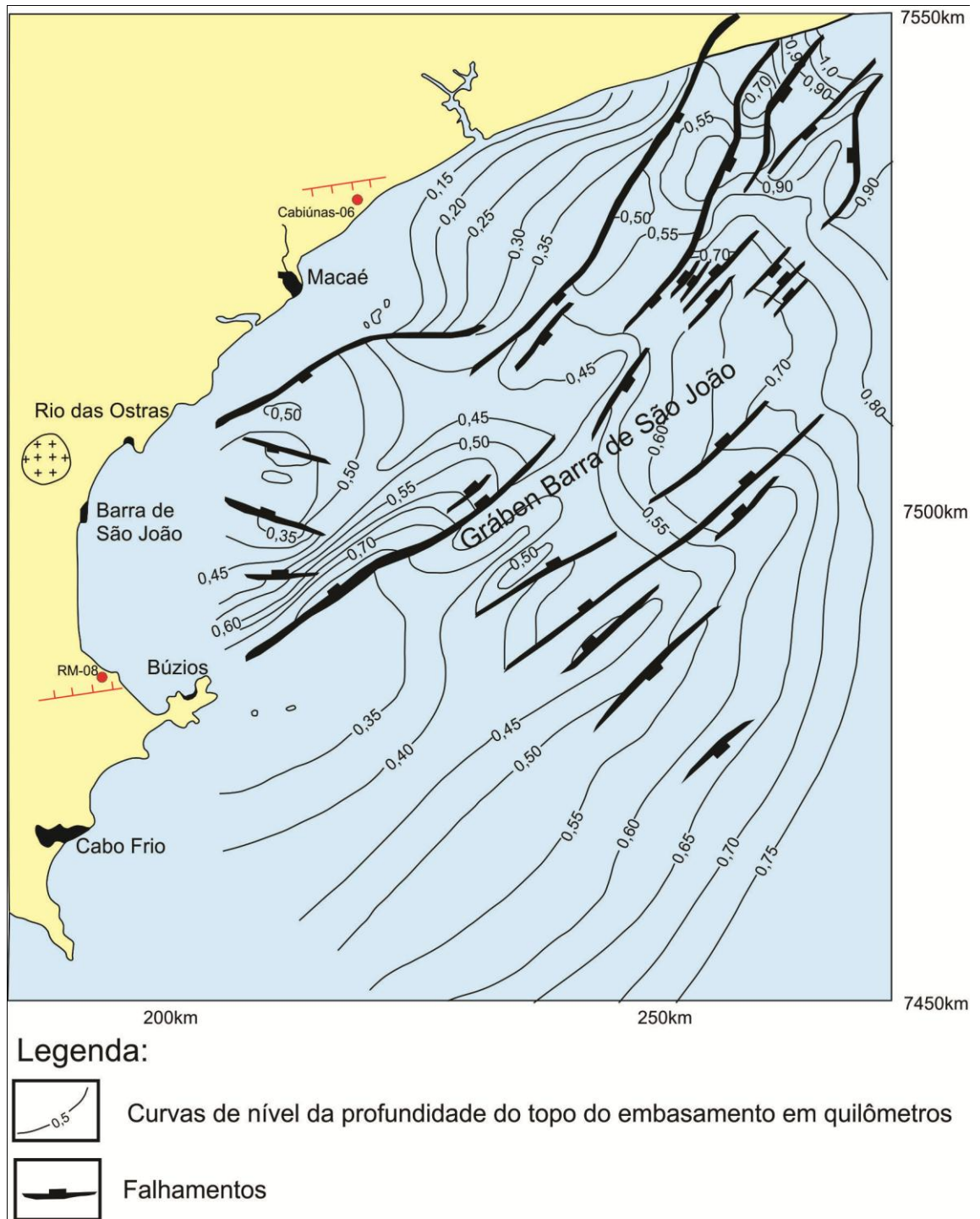
A idade paleogênica atribuída ao evento mais antigo de distensão NW-SE leva à correlação dos depósitos fanglomeráticos da região de Macaé com a geração da borda norte do gráben de Barra de São João, na porção oceânica adjacente. A atividade tectônica sinsedimentar já havia sido reconhecida por Morais (2001) na região de Búzios e correlacionada com a borda sul deste mesmo gráben (Figura 5.29).



**Figura 5.27:** Distribuição dos depósitos da Formação Barreiras na área investigada, lineamentos e dados estruturais identificados.



**Figura 5.28:** Quadro dos eventos tectônicos reconhecidos em estudos anteriores e no presente estudo na região Sudeste do Brasil (modificado de Ribeiro, 2010).



**Figura 5.29:** Mapa estrutural do Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990), com a localização dos pontos Cabiúnas-06 (investigado no presente estudo) e RM-08 (Morais, 2001), com a representação das falhas normais de orientação ENE que podem ser interpretadas.

A relação dos campos de paleotensão identificados com o mapa de lineamentos permitiu observar que há uma forte relação entre o evento de transcorrência dextral E-W (TD E-W) e os lineamentos de orientação NW e WNW nas áreas em que os depósitos da Formação Barreiras encontram-se segmentados. Já o evento de distensão NW-SE está associado aos lineamentos de orientação NE, que ocorrem em geral limitando os depósitos da Formação Barreiras.

## 5.2 Análise faciológica

### 5.2.1 FÁCIES SEDIMENTARES

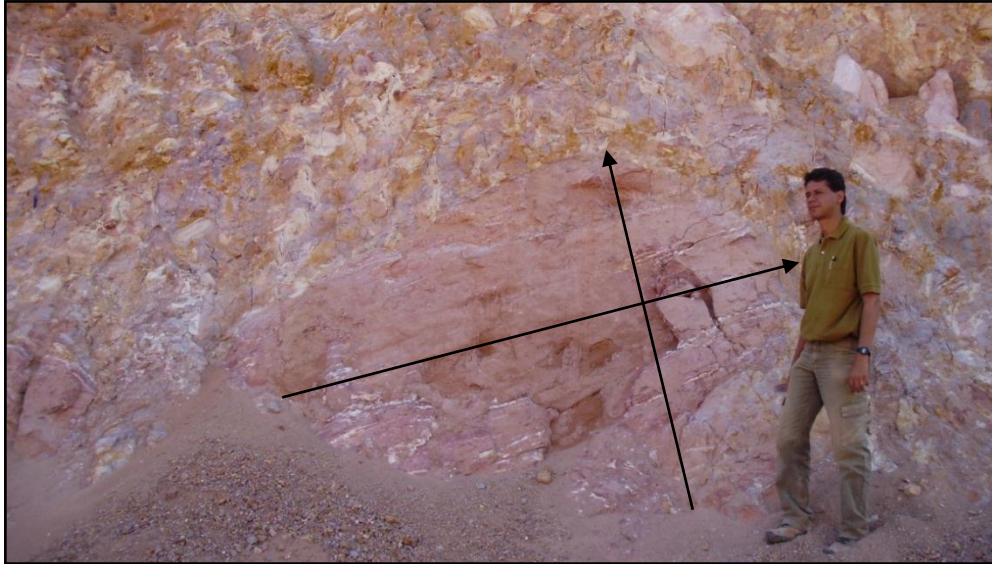
A caracterização sedimentar realizada nos depósitos da Formação Barreiras, entre Búzios e Campos dos Goytacazes, permitiu definir 08 (oito) fácies sedimentares, sendo 04 (quatro) rudíticas, 03 (três) areníticas e 01 (uma) lutítica (Tabela 5.3).

**Tabela 5.3:** Fácies sedimentares identificadas, incluindo código, diagnose, interpretação e sinónmia.

<b>Código</b>	<b>Diagnose</b>	<b>Interpretação</b>	<b>Morais (2001)</b>	<b>Miall (1996)</b>
<b>Cmm</b>	Conglomerado sustentado pela matriz, maciço	Fluxo de detritos de alta energia e elevada concentração de lama	Cmm	Gmm
<b>Ccm</b>	Conglomerado sustentado pelos clastos, maciço	Fluxo de detritos de alta energia e baixa concentração de lama	Ccm	Gcm
<b>Cci</b>	Conglomerado sustentado pelos clastos, maciço ou com imbricação	Migração de barras cascalhosas sob fluxo trativo unidirecional de alta energia	Cch	Gh
<b>Cca</b>	Conglomerado sustentado pelos clastos, com estratificação cruzada acanalada	Migração de barras cascalhosas sob fluxo trativo unidirecional	Ccp	Gt
<b>Am</b>	Arenito maciço ou sem estrutura aparente	Fluxo trativo unidirecional, com modificações pós-deposicionais	Am	Sm
<b>ALm</b>	Arenito lamoso (vaque) maciço	Fluxo de detritos /corrida de lama	ALm	-
<b>Ac</b>	Arenito com estratificação cruzada	Fluxo trativo unidirecional, com migração de megamarcas onduladas em regime de fluxo inferior	Aca	Sp/St
<b>Lm</b>	Lutito argiloso a arenoso, maciço, bioturbado	Decantação de finos; atividade de organismos	La1	Fm

### 5.2.1.1 Fácies Cmm

Esta fácies corresponde a conglomerados sustentados pela matriz, de estrutura maciça, apresentando clastos variando de seixos a matacões, de quartzo e litoclastos graníticos e metamórficos (Figura 5.30). A matriz é composta predominantemente por argila caulínica. Este tipo de depósito ocorre em camadas lenticulares extensas e estão associados a fluxos de detrito de alta energia e elevada concentração de lama.



**Figura 5.30:** Fácies Cmm, apresentando clasto com aproximadamente 3m de diâmetro.

### 5.2.1.2 Fácies Ccm

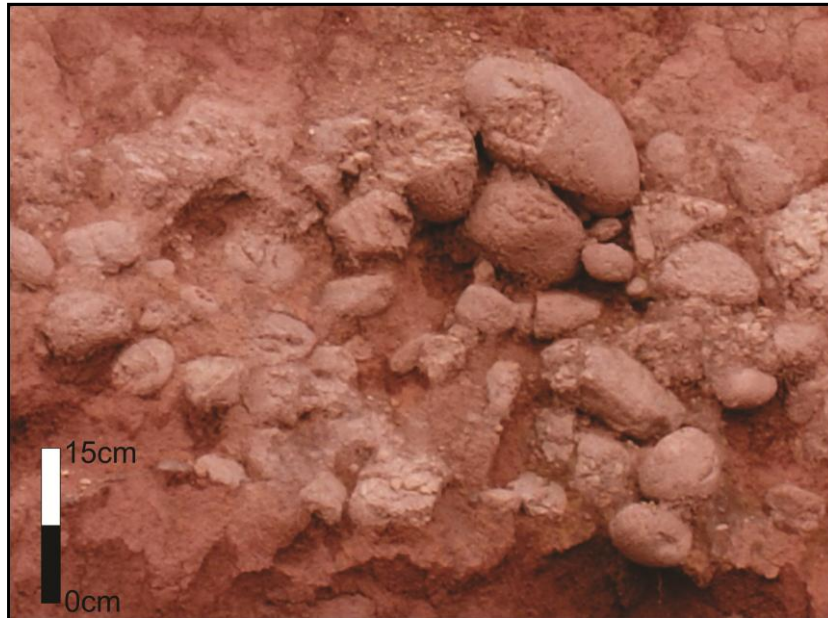
Esta fácies compreende conglomerados sustentados pelos clastos, de estrutura maciça, apresentando clastos variando de seixo a matacões, compostos por quartzo, predominantemente, e litoclastos. Estes depósitos, associados a fluxos de detritos de alta energia, com baixa concentração de lama, ocorrem em intervalos lenticulares estendidos a tabulares (Figura 5.31).



**Figura 5.31:** Fácies Ccm, com clastos quartzosos.

### 5.2.1.3 Fácies Cci

Esta fácies corresponde a conglomerados sustentados pelos clastos, quartzosos, subangulosos a subarredondados, com imbricação dos seixos ou maciços. Estes depósitos apresentam matriz arenosa e estão associados à migração de barras cascalhosas sob fluxo trativo unidirecional de alta energia (Figura 5.32).



**Figura 5.32:** Fácies Cci, com presença de clastos imbricados.

### 5.2.1.4 Fácies Cca

Esta fácies compreende conglomerados sustentados pelos clastos, com estratificação cruzada acanalada. Os clastos são, predominantemente, de tamanho seixo, quartzosos, angulosos a subangulosos. Apresentam matriz arenosa quartzo-feldspática e estão associados a fluxos trativos unidirecionais em barras de cascalho (Figura 5.33).



**Figura 5.33:** Conglomerados sustentados pelos clastos apresentando estratificação cruzada acanalada (fácies Cca), com intercalações de camadas arenosas.



#### 5.2.1.5 Fácies Am

Esta fácies corresponde a arenitos maciços ou sem estrutura aparente, de granulometria fina a grossa, com grãos mal selecionados, de composição quartzosa e coloração esbranquiçada. Em geral, apresentam estruturas de bioturbação e matriz argilosa caulínica, e forte mosqueamento avermelhado. Estes depósitos foram interpretados como provenientes de fluxos trativos unidirecionais, com modificações pós-deposicionais (Figura 5.34).



**Figura 5.34:** Fácies Am, apresentando estruturas de bioturbação.

#### 5.2.1.6 Fácies ALm

Esta fácies engloba arenitos médios a grossos, lamosos (vaque), muito mal selecionados, com estrutura maciça e presença de grânulos e seixos quartzosos a líticos dispersos. Estes depósitos foram interpretados como provenientes de fluxos de detritos/corridas de lama.

#### 5.2.1.7 Fácies Ac

Esta fácies corresponde a arenitos grossos a muito grossos, quartzosos, mal selecionados, com estratificação cruzada. Apresentam raros grânulos e seixos. Estes depósitos estão associados a fluxos trativos unidirecionais, com migração de megamarcas onduladas em regime de fluxo inferior (Figura 5.35).



**Figura 5.35:** Arenitos grossos a muito grossos apresentando estratificação cruzada acanalada (fácies Ac).

#### 5.2.1.8 Fácies Lm

Esta fácies compreende lutitos maciços, com estruturas de bioturbação, e coloração esbranquiçada a arroxeada. Podem apresentar grãos de areia muito fina a fina e grânulos dispersos. Estes depósitos foram interpretados como provenientes de processos de decantação de finos em planície de inundação com posterior atividade de organismos (Figura 5.36).



**Figura 5.36:** Fácies Lm, apresentando mosqueamento.

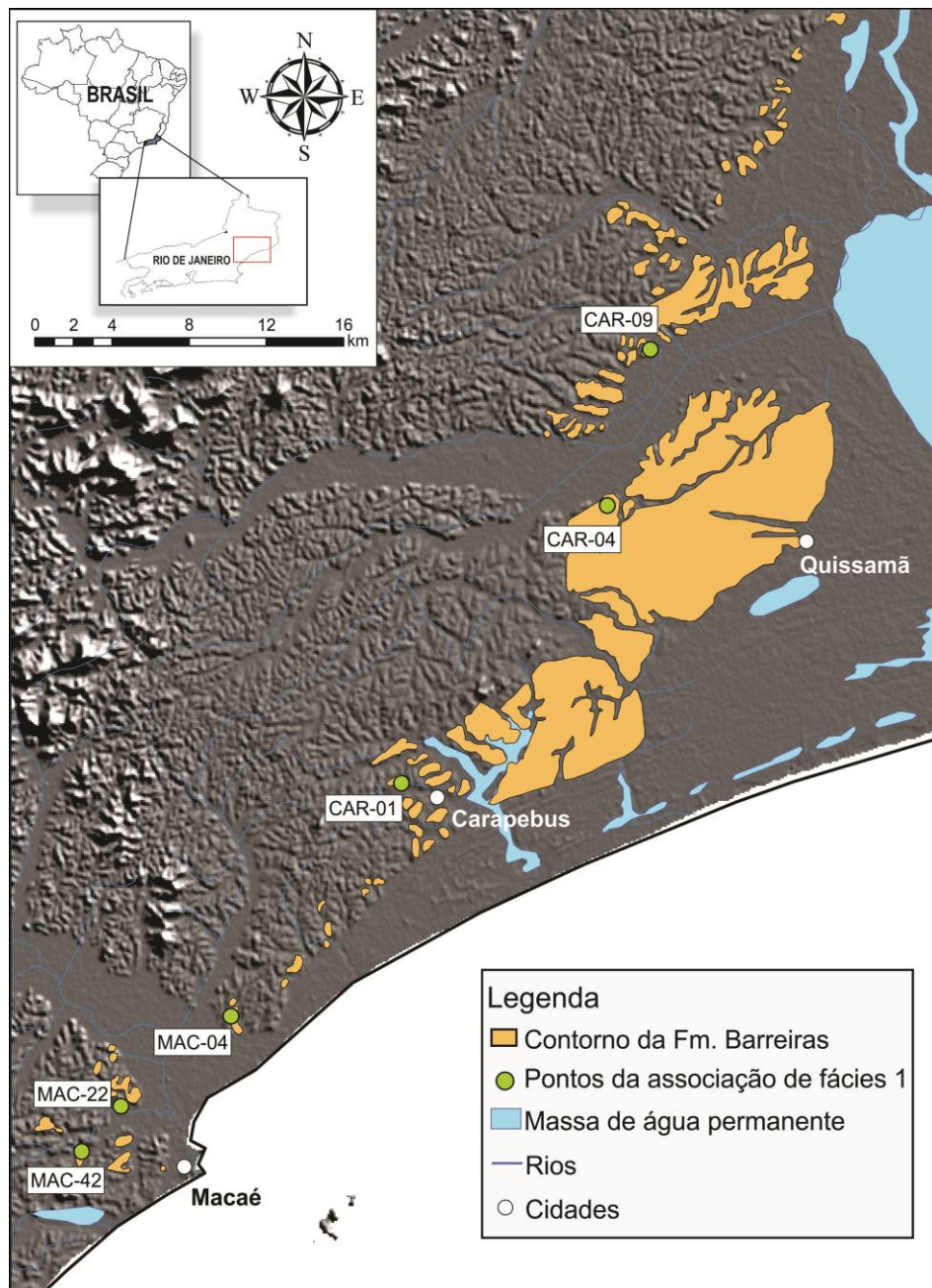
### 5.2.2 ASSOCIAÇÕES DE FÁCIES

O estudo das interações entre as 08 (oito) fácies sedimentares definidas permitiu agrupá-las em duas associações de fácies diferentes, que serão descritas a seguir.

### 5.2.2.1 Associação de fácies 1 (Ac/Am; Cci/Cca; Lm)

A associação de fácies 1 engloba as fácies areníticas Ac (arenito com estratificação cruzada) e Am (arenito maciço), as fácies rudíticas Cci (conglomerado sustentado pelos clastos, com imbricação) e Cca (conglomerado sustentado pelos clastos, com estratificação cruzada acanalada) e a fácies lutítica Lm (lamito maciço).

Esta associação de fácies possui uma ampla distribuição, ocorrendo desde Campos dos Goytacazes até a região de Macaé, e será representada no presente trabalho por 06 (seis) afloramentos (Figura 5.37), descritos a seguir.



**Figura 5.37:** Mapa de localização dos afloramentos representativos da associação de fácies 1.

**- Seção Carapebus-01 (CAR-01) - UTM: 225258/7541824 - Córrego Alegre / 24K**

A seção Carapebus-01, localizada na RJ-178, entre Cabiúnas e Carapebus, logo após o acesso para a localidade de Ubás, exibe um padrão de intervalos lenticulares extensos, com cerca de 1 a 2 m de espessura, compostos por intervalos predominantemente areníticos intercalados a intervalos menos espessos, lenticulares, de lutitos (Figura 5.38).

Os intervalos areníticos são compostos por camadas de arenitos médios a grossos, com 10 a 20 cm de espessura, em geral, de composição quartzosa e feldspática, mal selecionados, maciços ( fácies Am), com intercalações de conglomerados sustentados pelos clastos com estratificação cruzada acanalada ( fácies Cca). Os intervalos lutíticos são compostos por lamitos maciços, de coloração acinzentada com mosqueamento avermelhado ( fácies Lm).

Os depósitos pertencentes à Formação Barreiras aflorantes nesta seção encontram-se recobertos por sedimentos conglomeráticos a arenosos, compostos por quartzo e fragmentos de crosta ferruginosa, interpretados como depósitos “pós-Barreiras”.

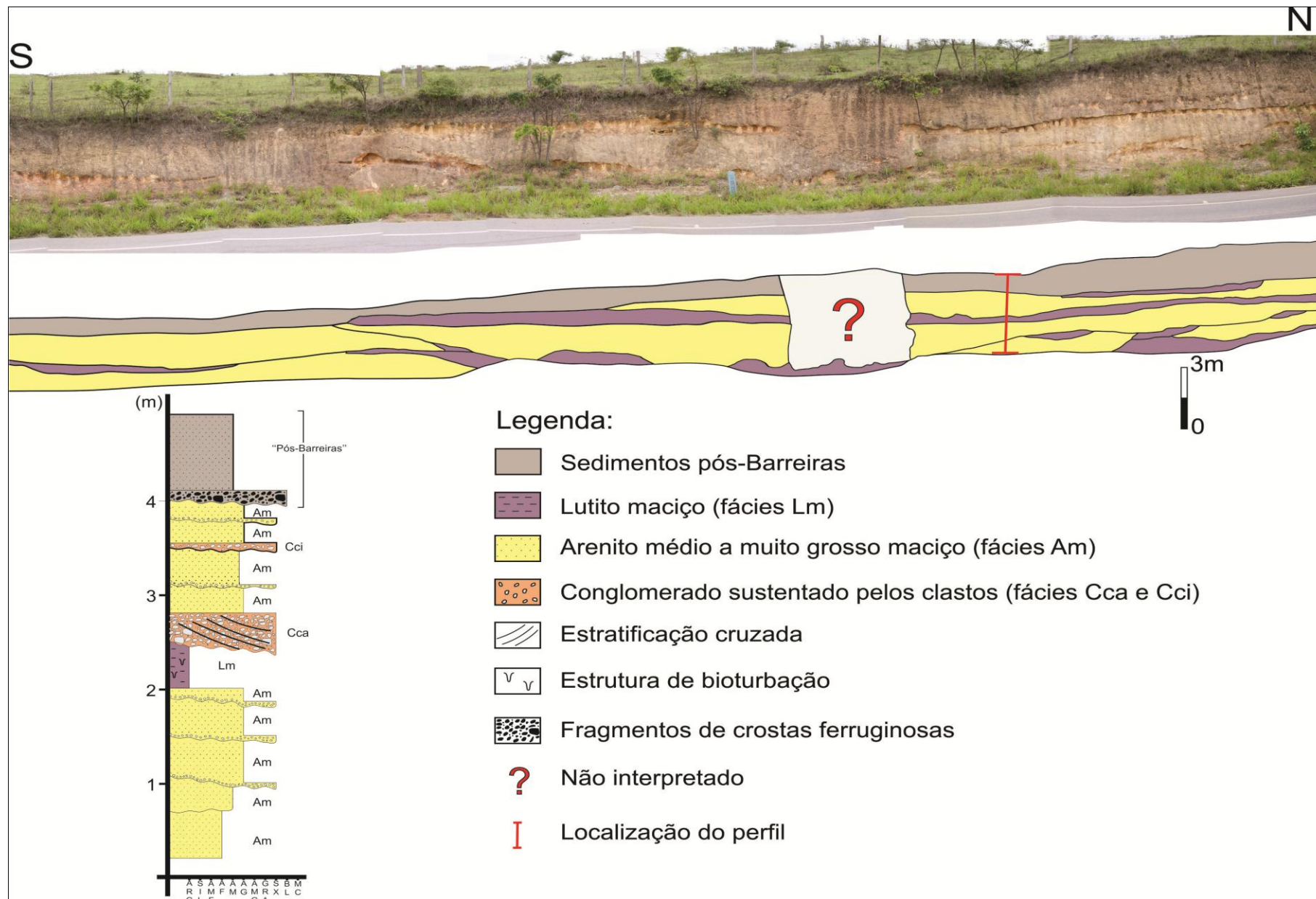
**- Seção Carapebus-04 (CAR-04) - UTM: 235937/7556221 - Córrego Alegre / 24K**

Este afloramento, na área da Fazenda São Manoel, no município de Quissamã, apresenta intervalos lenticulares arenosos intercalados a intervalos lenticulares de lamitos ( fácies Lm) de coloração arroxeadada e estrutura maciça. Os arenitos possuem granulometria de areia média a muito grossa, com estrutura maciça ( fácies Am) ou com estratificação cruzada ( fácies Ac), apresentando paleocorrente para 055°. Camadas menos espessas de conglomerados sustentados pelos clastos com estratificação cruzada acanalada ( fácies Cca) ocorrem intercaladas nos intervalos arenosos (Figura 5.39).

**- Seção Carapebus-09 (CAR-09) - UTM: 238157/7564294 - Córrego Alegre / 24K**

Esta seção foi anteriormente estudada por Morais (2001). Localiza-se na estrada de Quissamã para Dolores de Macabu, logo após cruzar a linha férrea, sendo composta por intervalos tabulares arenosos de aproximadamente 1 a 3m de espessura, com intercalações delgadas de lamitos. Os arenitos distribuem-se em camadas de 50 a 80 cm, com granulometria de areia média a grossa, sem estrutura aparente ou maciça ( fácies Am). Os intervalos pelíticos ( fácies Lm) apresentam coloração acinzentada com mosqueamento arroxeadado e estrutura maciça (Figura 5.40).

Depósitos conglomeráticos a arenosos, compostos principalmente por fragmentos de crostas ferruginosas, ocorrem recobrendo os sedimentos da Formação Barreiras (sedimentos pós-Barreiras).



**Figura 5.38:** Seção Carapebus-01 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.

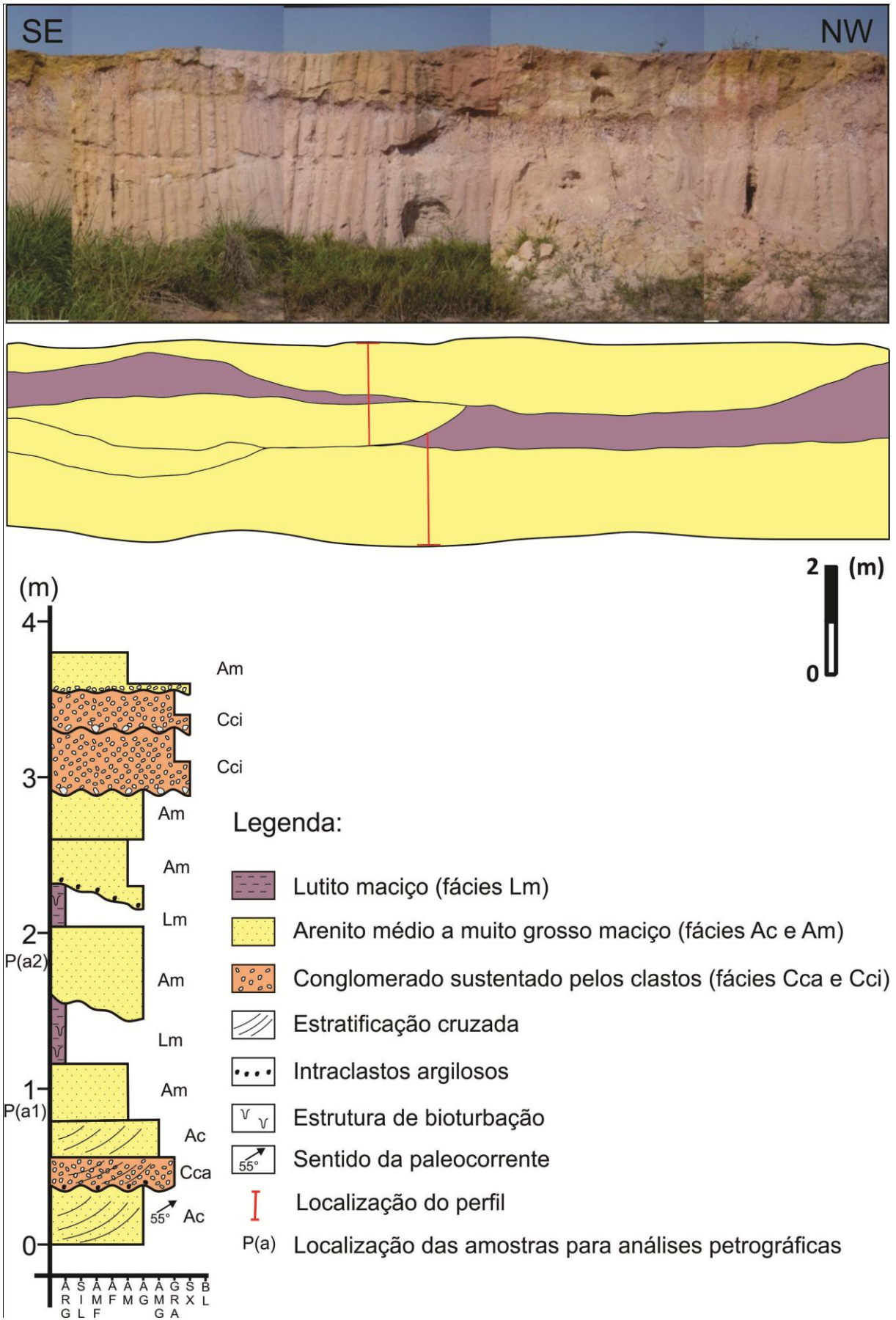
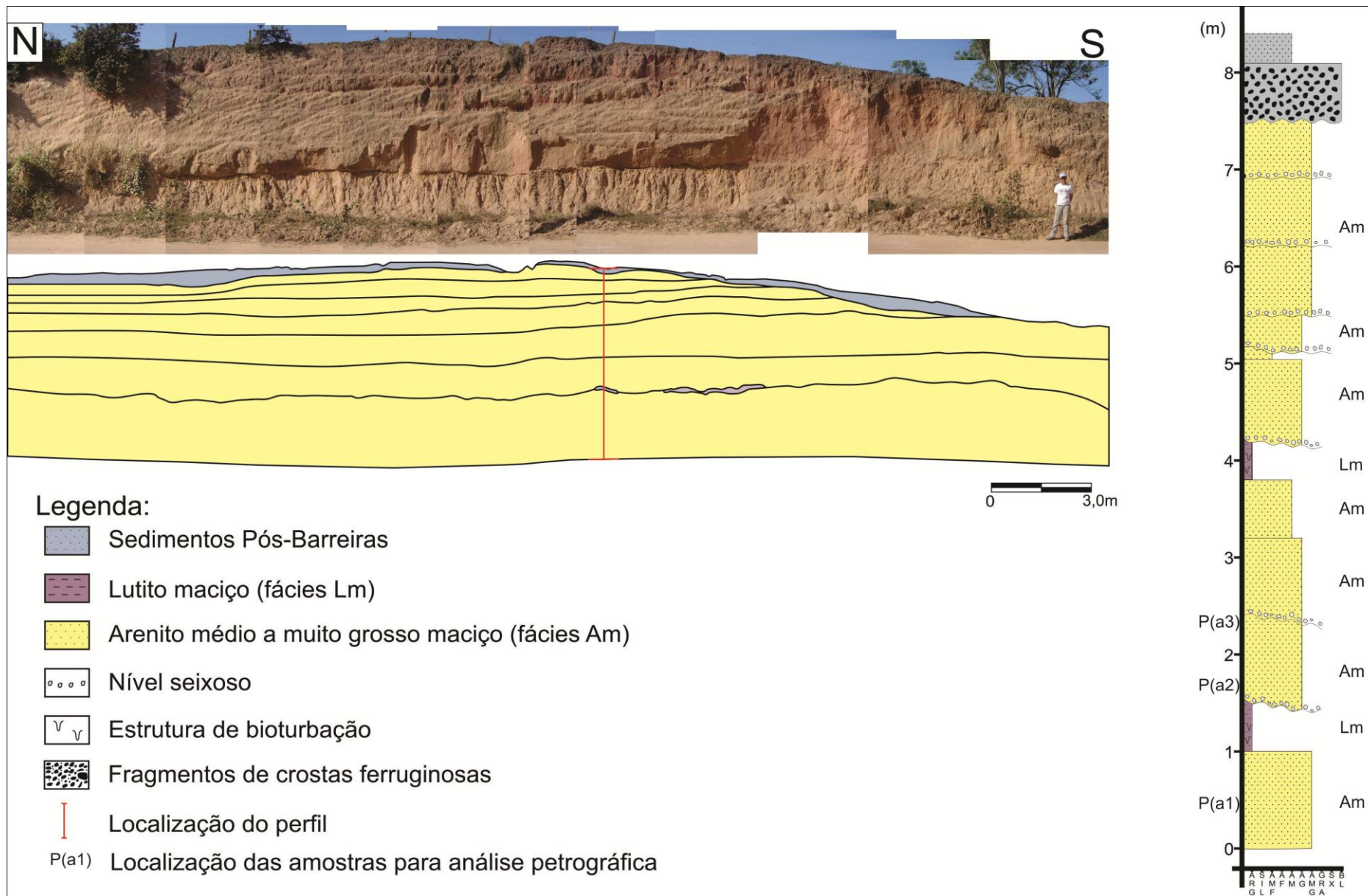


Figura 5.39: Seção Carapebus-04 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.



**Figura 5.40:** Seção Carapebus-09 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.

**- Seção Macaé-04 (MAC-04) - UTM: 216414/7529745 - Córrego Alegre / 24K**

Neste ponto, localizado na região do bairro de Ajuda, em Macaé, foram descritos dois afloramentos (Macaé-04a e 04b) que se distribuem de maneira praticamente transversal.

A seção Macaé-04a apresenta, na porção inferior, intervalos tabulares areníticos ( fácies Am) intercalados a intervalos tabulares lamíticos ( fácies Lm). Na porção superior, ocorrem intervalos areníticos e conglomeráticos lenticulares. Os intervalos areníticos são compostos por camadas, de aproximadamente 30 cm, variando de areia média a muito grossa, com grãos subangulosos a angulosos, composição quartzosa e sem estrutura aparente. Os intervalos rudíticos são compostos por conglomerados sustentados pelo clastos apresentando estratificação cruzada acanalada ( fácies Cca), com paleocorrente para  $070^{\circ}$  (Figura 5.41).

A seção Macaé-04b é composta predominantemente por intervalos tabulares areníticos ( fácies Am) a conglomeráticos ( fácies Cca), apresentando um pequeno e restrito intervalo lenticular de lamito ( fácies Lm). Os conglomerados são sustentados pelos clastos e apresentam estratificação cruzada acanalada, com paleocorrente para  $070^{\circ}$ ; os arenitos são médios a muito grossos e sem estrutura aparente (Figura 5.42).

**- Seção Macaé-22 (MAC-22) - UTM: 210701/7525080 - Córrego Alegre / 24K**

A seção Macaé-22, localizada ao lado do Hospital Municipal de Macaé, à entrada para o Cemitério Memorial, exhibe um padrão de intervalos lamíticos tabulares intercalados a intervalos areníticos com geometria lenticular estendida (Figura 5.43). Os intervalos areníticos são compostos por camadas de arenitos médios a muito grossos, com estratificação cruzada ( fácies Ac), apresentando paleocorrente para  $110^{\circ}$ , ou estrutura maciça ( fácies Am), podendo apresentar base conglomerática. Os intervalos lamíticos apresentam coloração arroxeada com forte mosqueamento e estrutura maciça ( fácies Lm). Estes depósitos ocorrem sobre o embasamento alterado e encontram-se deformados por diversas falhas normais e dextrais conforme foi discutido no item 5.1.2.

**- Seção Macaé-42 (MAC-42) - UTM: 208673/7522731 - Córrego Alegre / 24K**

Este afloramento, localizado em terreno do distrito industrial, ao final da Av. Prof. Aristeu Ferreira da Silva, na cidade de Macaé, apresenta conjuntos tabulares de camadas predominantemente rudíticas ( fácies Cci), compostas por conglomerados sustentados pelos clastos apresentando imbricação e com paleocorrente para  $090^{\circ}$  (Figura 5.44). Intercalada aos conglomerados, ocorre uma camada de arenito grosso, maciço ( fácies Am). Recobrendo esses depósitos ocorrem sedimentos relacionados a depósitos “pós-Barreiras”.



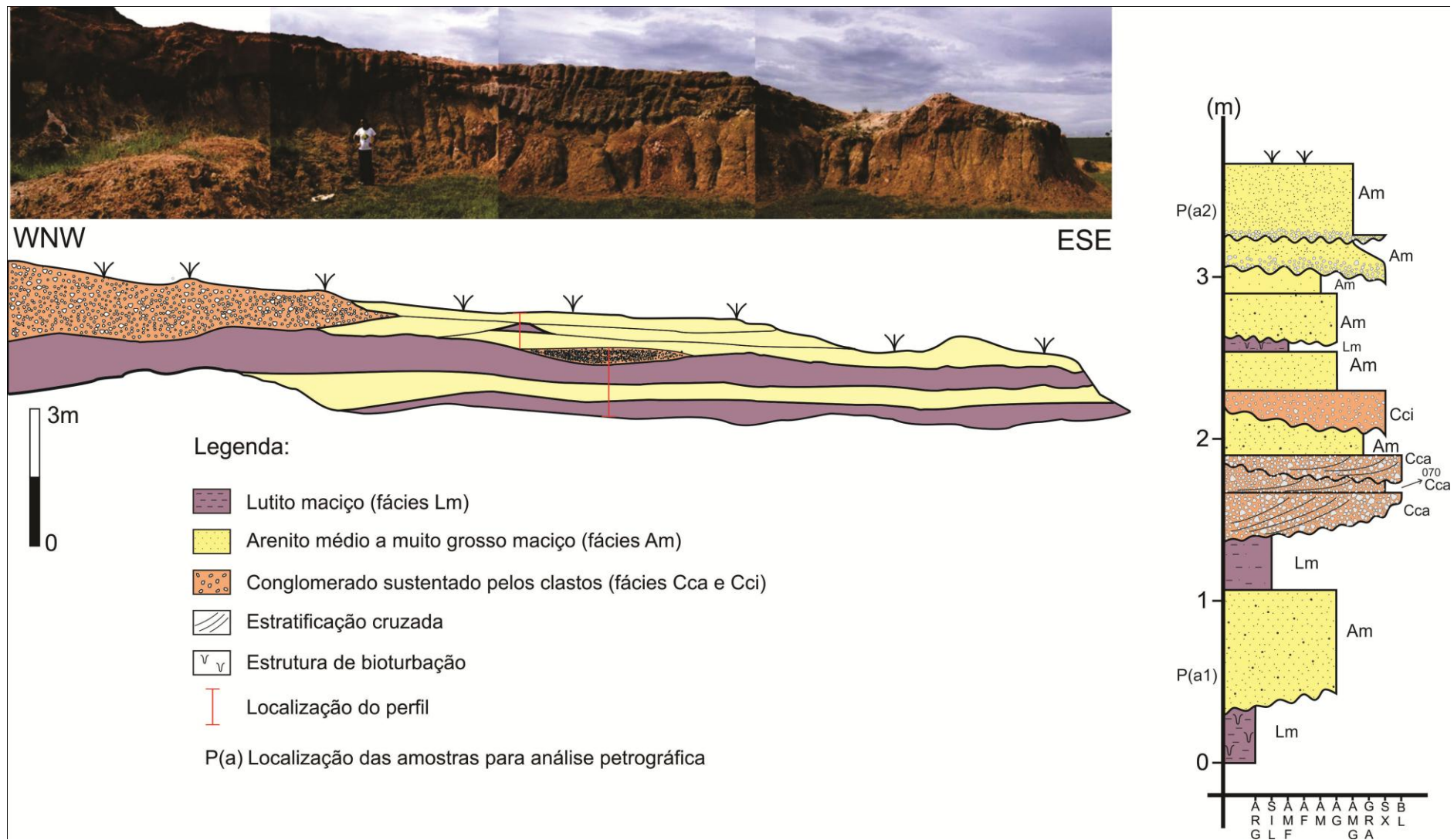
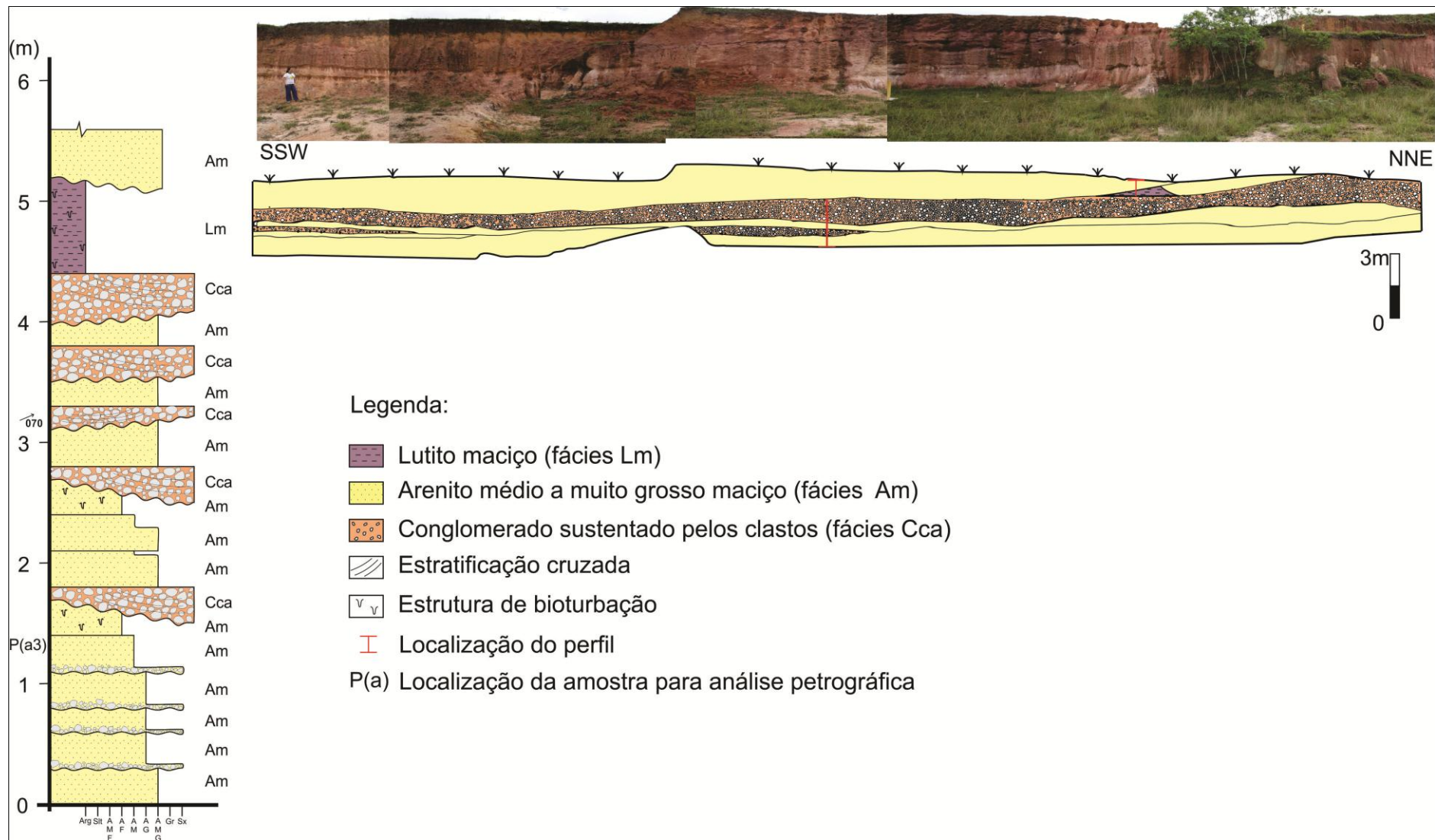


Figura 5.41: Seção Macaé-04a - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.



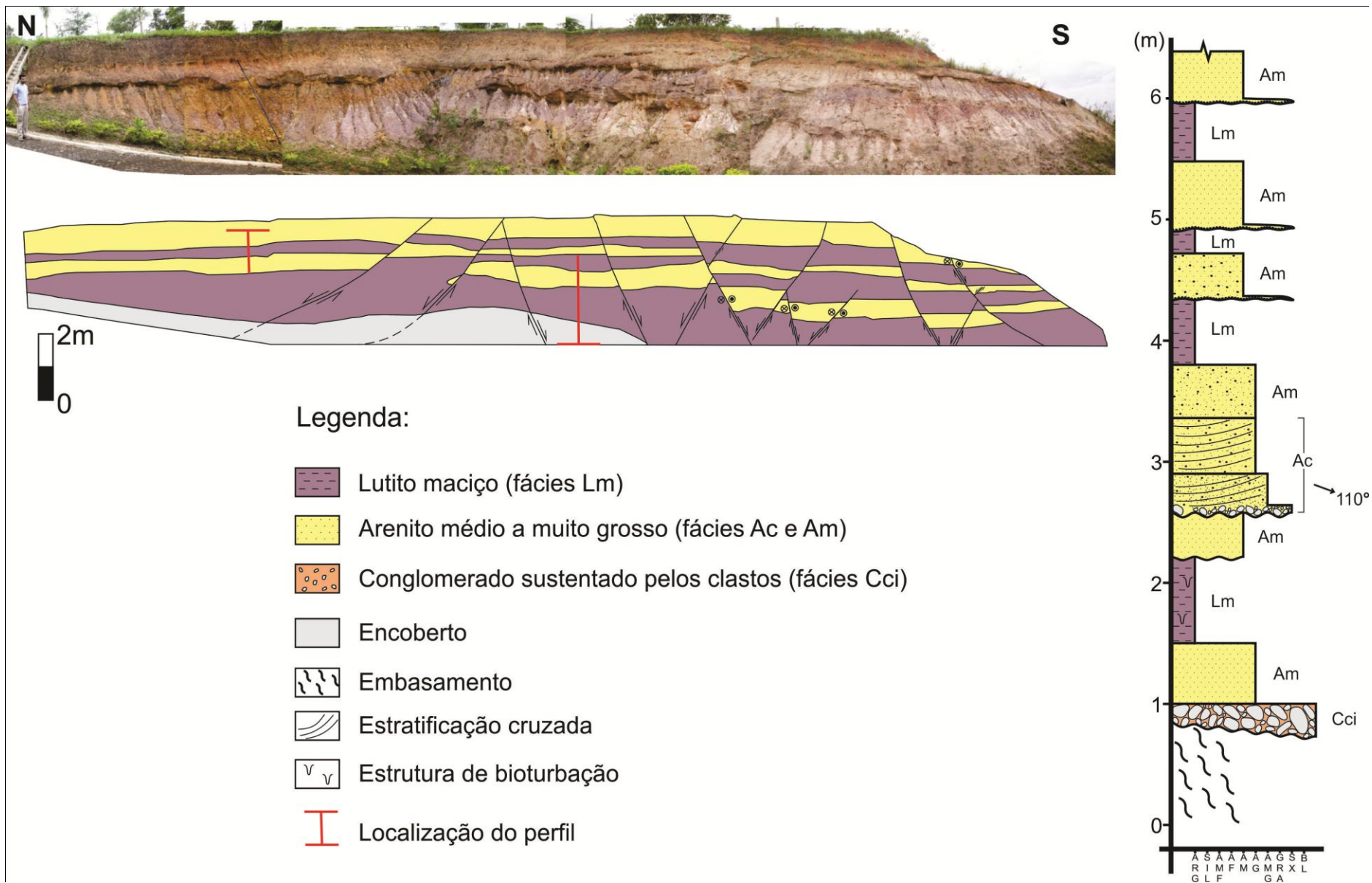
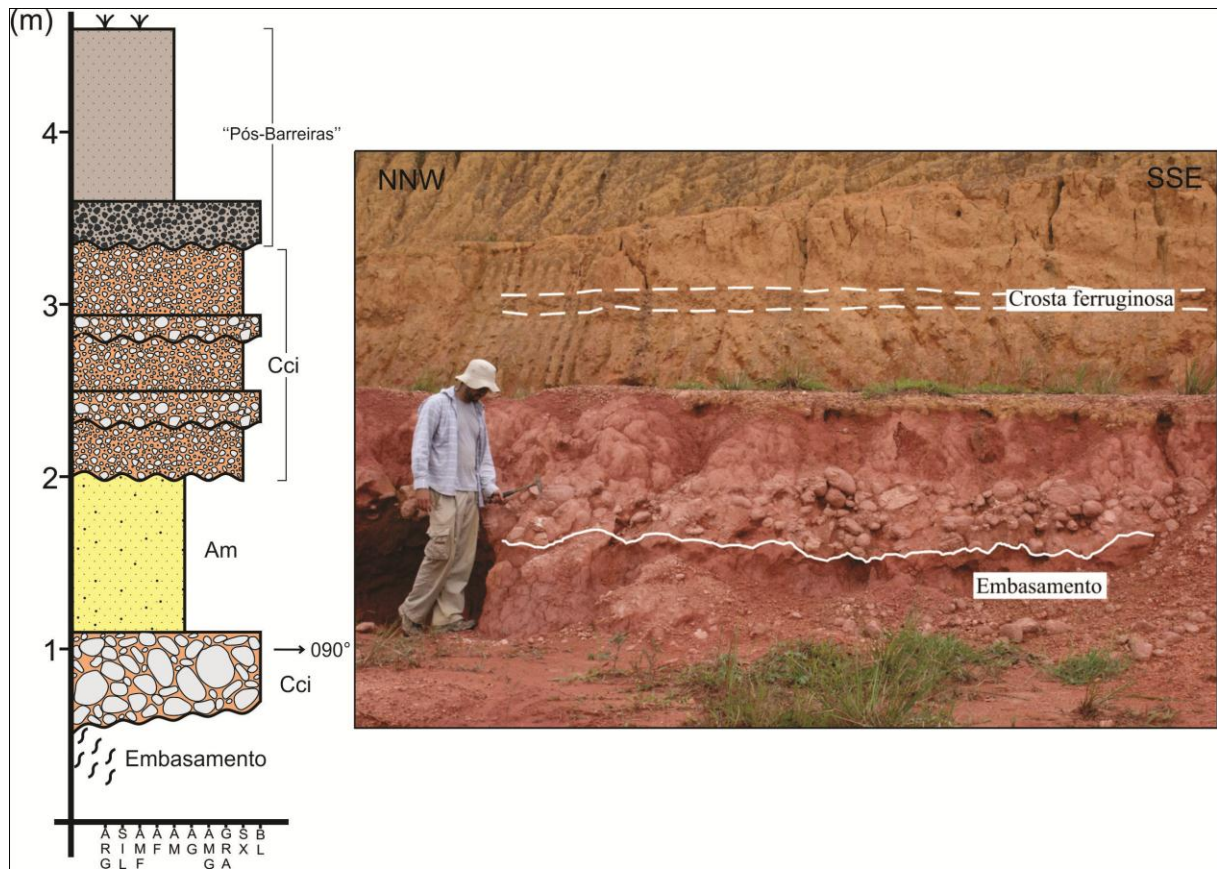


Figura 5.43: Seção Macaé-22 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.

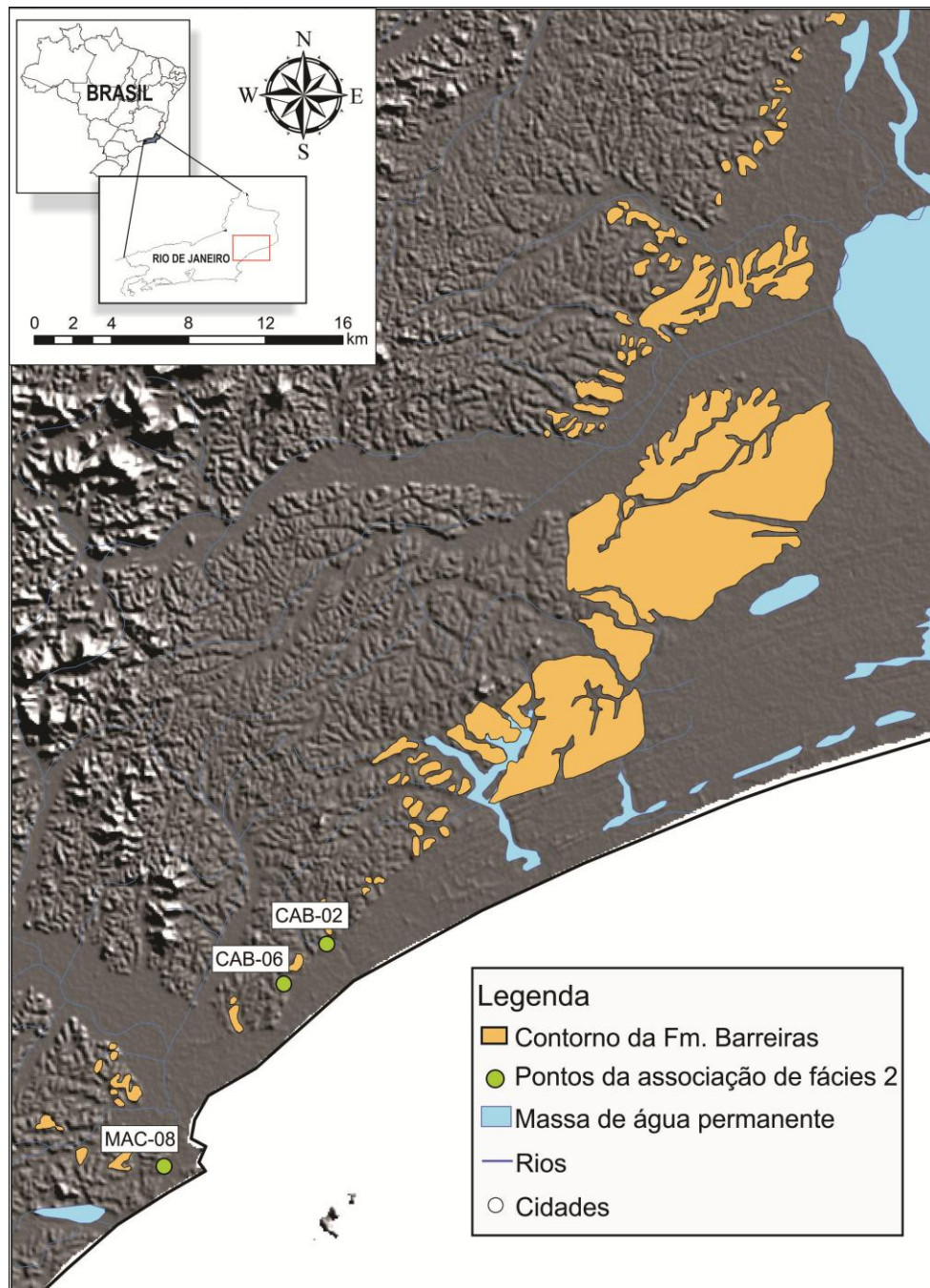


**Figura 5.44:** Seção Macaé-42 - interpretação dos principais limites deposicionais e perfil faciológico.

#### 5.2.2.2 Associação de fácies 2 (Cmm/Ccm; ALm)

A associação de fácies 2 engloba as fácies rudíticas Cmm (conglomerado sustentado pela matriz, maciço) e Ccm (conglomerado sustentado pelos clastos, maciço) e a fácies arenítica ALm (arenito lamoso maciço).

Esta associação de fácies possui uma distribuição mais restrita (Figura 5.45), ocorrendo na região de Macaé e na região de Búzios (Morais, 2001) e será representada no presente trabalho por 03 (três) afloramentos, descritos a seguir.



**Figura 5.45:** Mapa de localização dos afloramentos representativos da associação de fácies 2.

**- Seção Cabiúnas-02 (CAB-02) - UTM: 221343/7533412 - Córrego Alegre / 24K**

A seção Cabiúnas-02, localizada na RJ-178, cerca de 1,5 km após o trevo com a rodovia RJ-106, na região de Cabiúnas, município de Macaé, é composta por intercalações de pacotes areníticos e rudíticos apresentando geometria lenticular estendida. Estes depósitos ocorrem discordantemente sobre o embasamento cristalino alterado (Figura 5.46). A base da seção é, predominantemente, conglomerática e observa-se uma diminuição da granulometria dos sedimentos em direção ao topo.

Os intervalos rudíticos são compostos por camadas de aproximadamente 60 cm de conglomerados sustentados pela matriz, maciços ( fácies Cmm), e os intervalos areníticos são compostos por camadas de areia, média a grossa lamosa, maciça ( fácies ALm).

Recobrando esses depósitos ocorrem sedimentos conglomeráticos a arenosos com presença de fragmentos de crosta ferruginosa, associados a depósitos “pós-Barreiras”.

**- Seção Cabiúnas-06 (CAB-06) - UTM: 219138/7531335 -: Córrego Alegre / 24K**

A seção Cabiúnas-06, localizada na área vizinha ao Loteamento Cabiúnas, às margens do rodovia RJ-106, em Macaé, apresenta depósitos predominantemente rudíticos intercalados a arenitos, dispostos em intervalos lenticulares estendidos, sobre o embasamento cristalino alterado (Figura 5.47). Os conglomerados ( fácies Cmm e Ccm) apresentam clastos de até 3m de diâmetro. Os arenitos são lamosos e maciços ( fácies ALm). Nesta seção, os depósitos da Formação Barreiras encontram-se deformados por falhas normais, anteriormente discutidas no item 5.1.2.

**- Seção Macaé-08 (MAC-08) - UTM: 212892/7521875 - Córrego Alegre / 24K**

Este afloramento, localizado em terreno na rua Prefeito Lobo Junior, em frente ao cruzamento com a rua Dr. Humberto Queiroz Matoso, no bairro Visconde de Araújo, na cidade de Macaé, é composto predominantemente por camadas, com espessuras que variam de 40 a 80 cm, de conglomerados sustentados pelos clastos, maciços ( fácies Ccm) e composição quartzosa. Estes depósitos estão em inconformidade sobre o embasamento cristalino alterado. No topo da seção, ocorre uma camada de 1m de espessura de arenito médio, lamoso, maciço ( fácies ALm) - Figura 5.48.

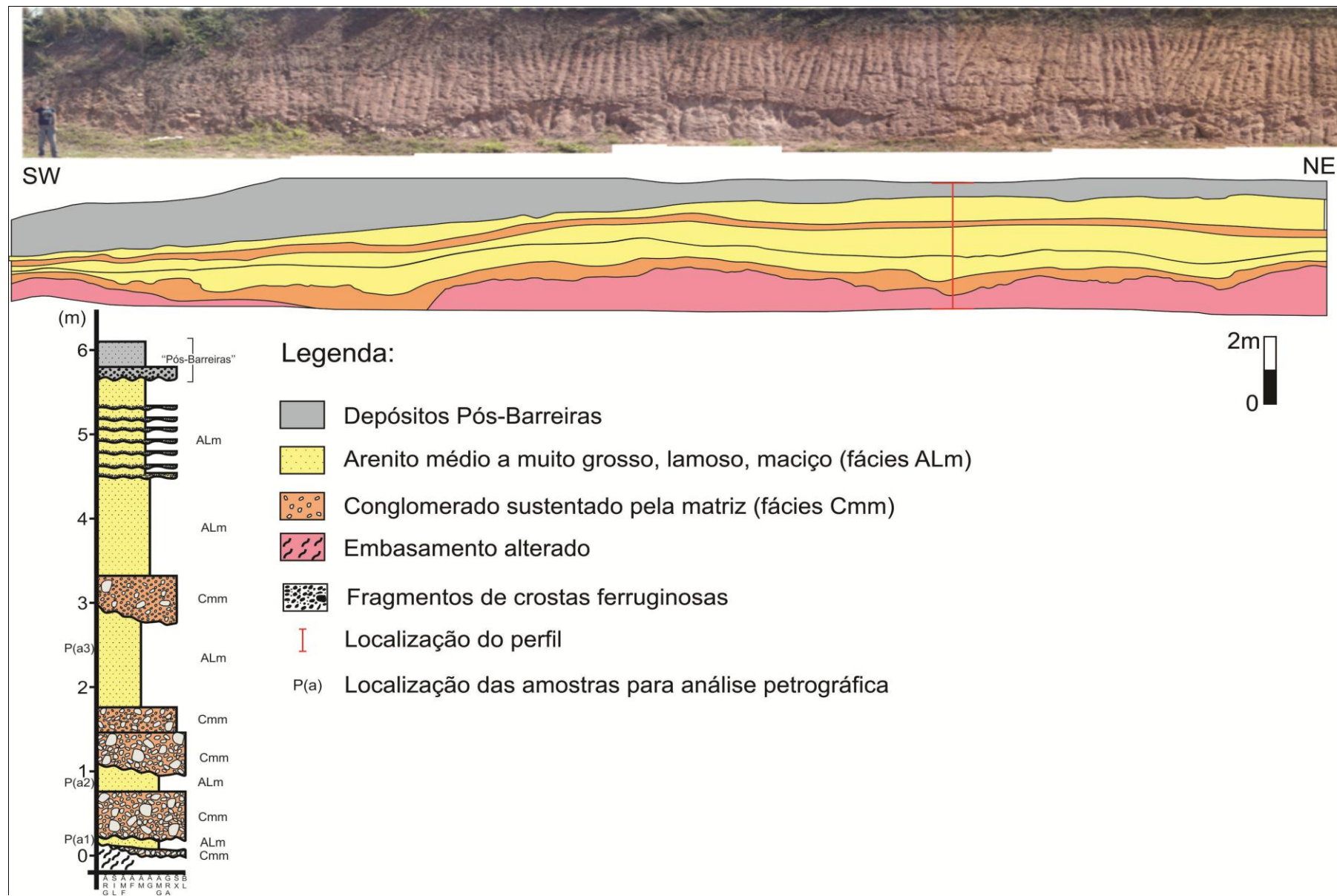


Figura 5.46: Seção Cabiúnas-02 - fotomosaico interpretado e perfil faciológico.

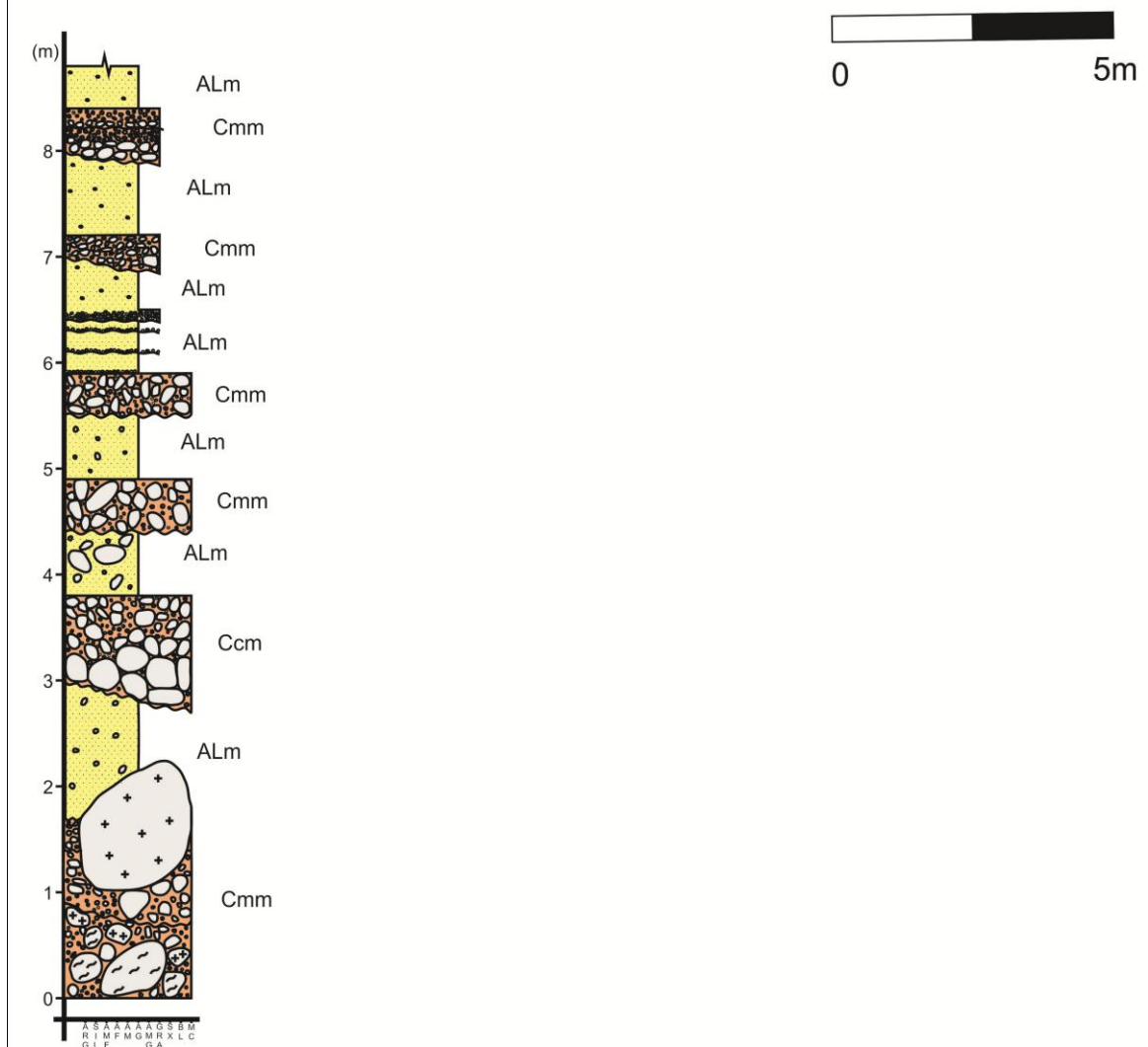
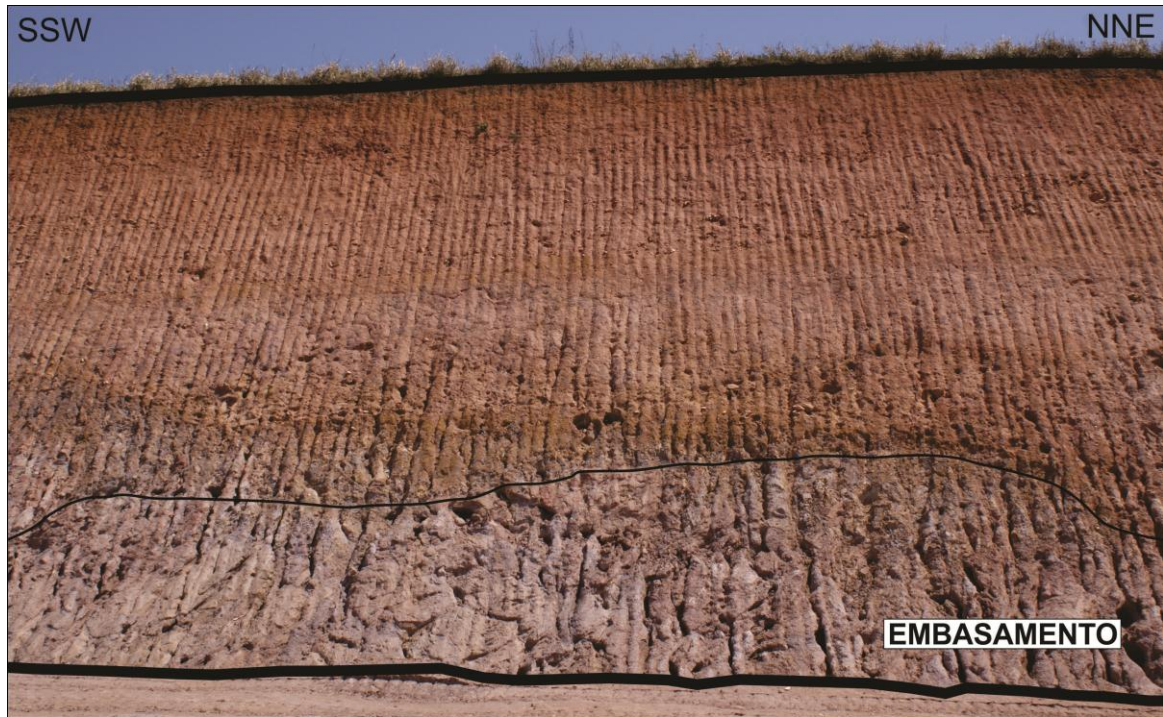
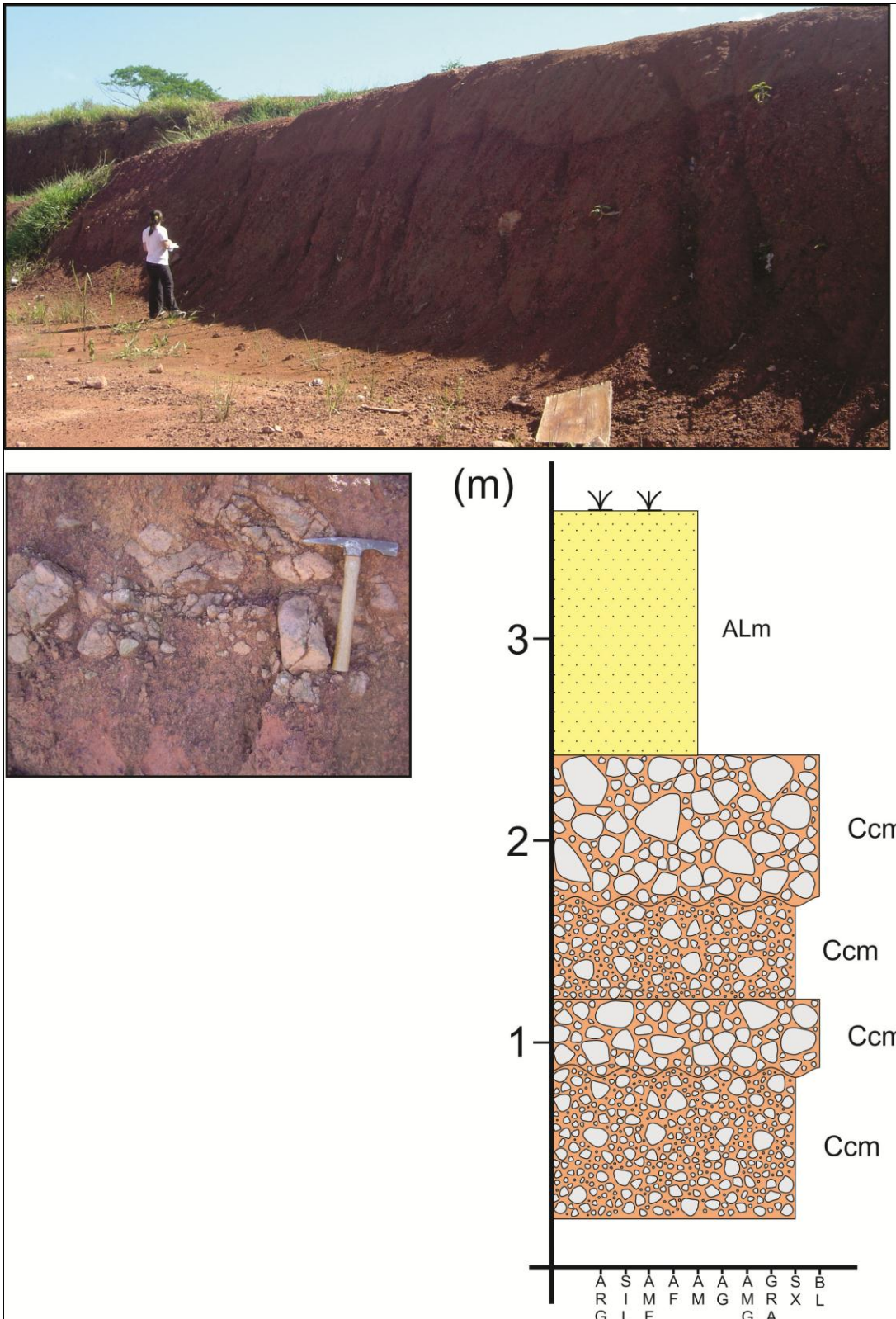


Figura 5.47: Seção Cabiúnas-06 – vista geral de parte do afloramento e perfil faciológico.

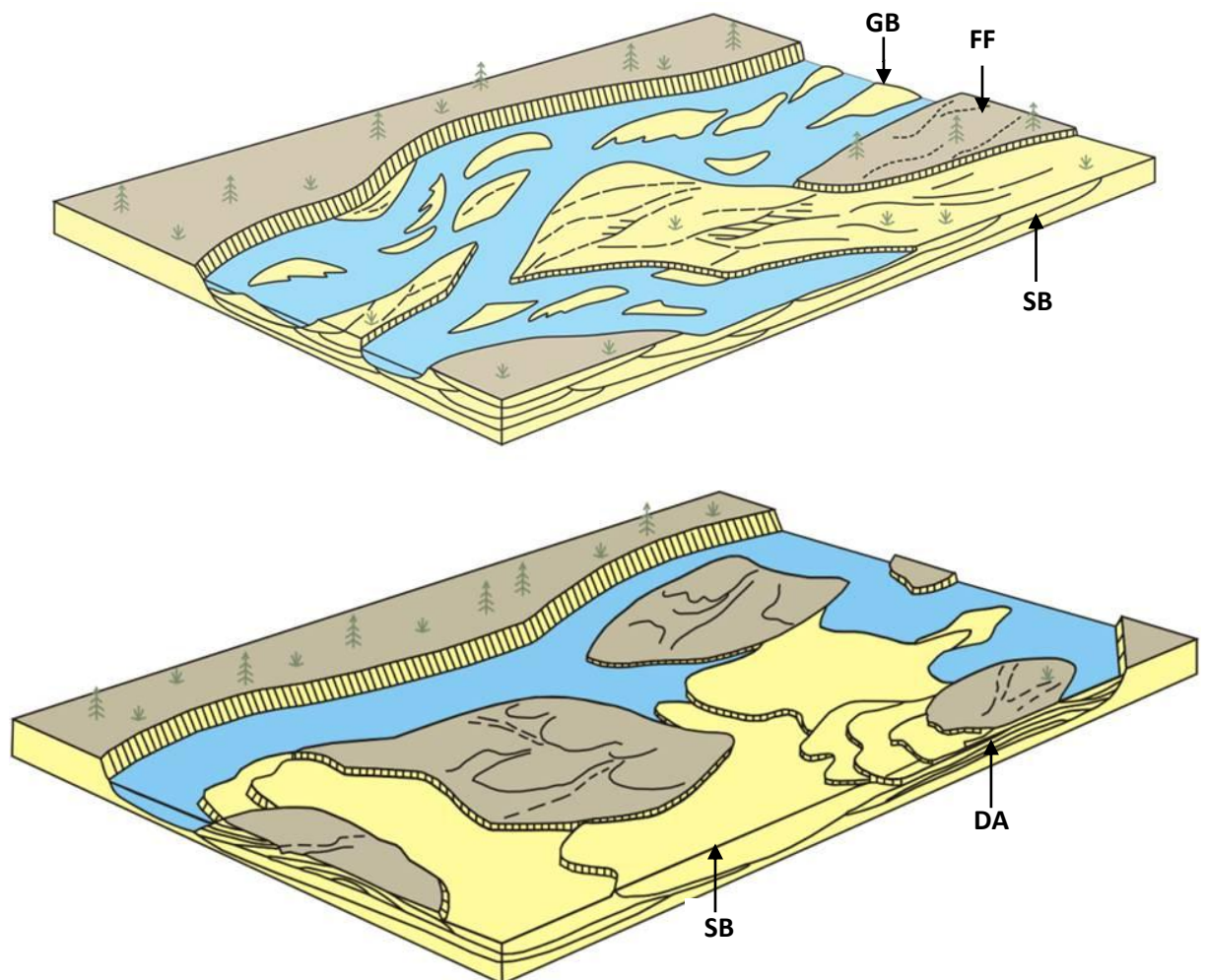




**Figura 5.48:** Seção Macaé-08 - vista geral da seção e perfil faciológico. Foto de detalhe da fácies Ccm.

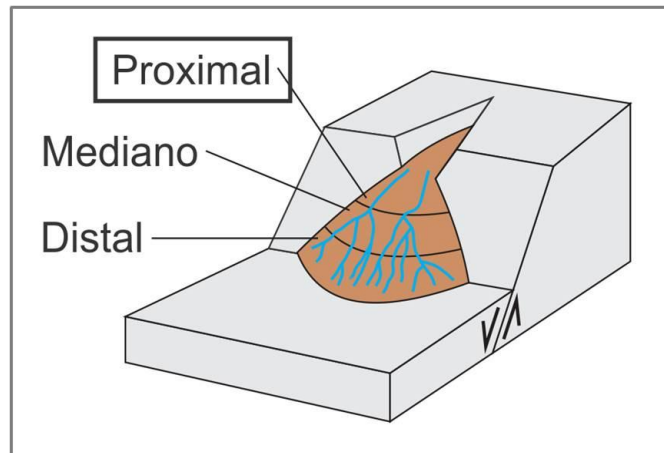
### 5.2.3 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

A análise da distribuição das fácies e da geometria dos corpos sedimentares permitiu interpretar a associação de fácies 1, predominante na área investigada, como relacionada a um ambiente fluvial entrelaçado cascalhoso (proximal) - seções Macaé-04 e Macaé-42, a arenoso (distal) - seções Carapebus-01, Carapebus-04, Carapebus-09 e Macaé-22, comparáveis, respectivamente, aos modelos 03 e 10 propostos por Miall (1996 – Figura 5.49 a e b). Levando-se em consideração os dados de paleocorrentes obtidos, pode-se interpretar o paleofluxo principal para leste (Figura 5.52).



**Figura 5.49:** Modelos fluviais interpretados para a Associação de Fácies 1: a) depósitos cascalhosos proximais (modelo 03 de Miall, 1996 - *deep, gravel bed braided*), interpretado para os depósitos identificados nas seções Macaé-04 e Macaé-42; b) depósitos arenosos distais (modelo 10 de Miall, 1996 - *deep, perennial, sand bed braided*), interpretado para os depósitos identificados nas seções Carapebus-01, Carapebus-04, Carapebus-09 e Macaé-22. GB: formas de leito e barras cascalhosas; SB: formas de leito arenosas; FF: finos de planície de inundação; DA: depósitos de acreção frontal.

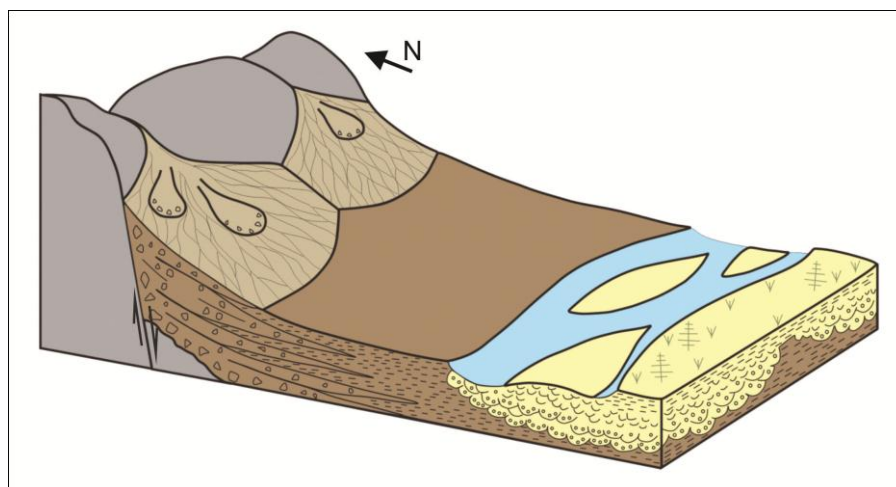
A associação de fácies 2, de ocorrência restrita à região de Macaé e Búzios, pode ser relacionada à porção proximal de leques aluviais, apresentando forte influência de processos de fluxos de detritos (Figura 5.50).



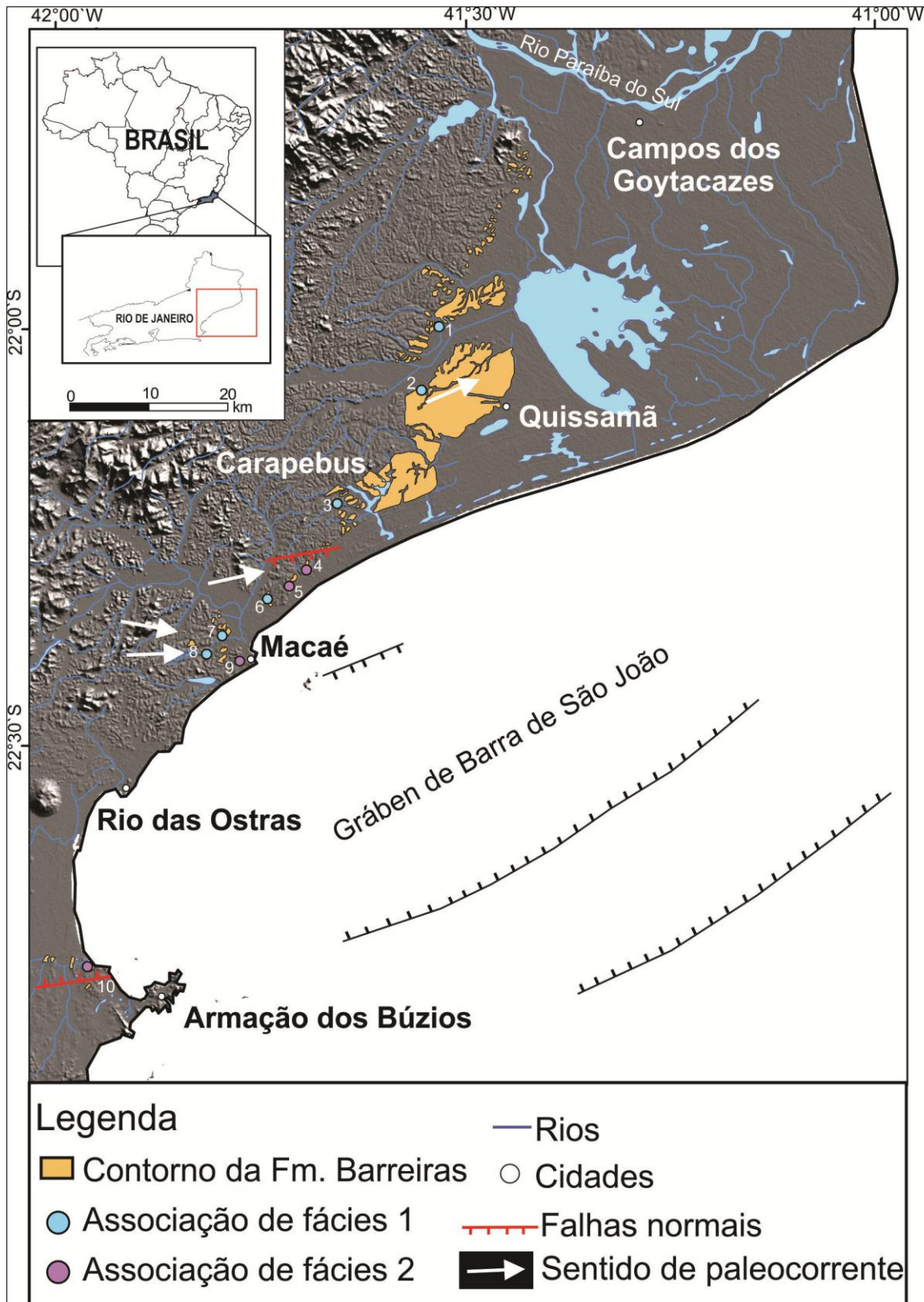
**Figura 5.50:** Modelo deposicional de leque aluvial dominado por fluxos de detritos (Miall, 1996).

Os resultados obtidos corroboram os modelos deposicionais propostos por Morais (2001), Morais *et al.* (2006) e Walter (2011) para a Formação Barreiras na região norte fluminense e na Região dos Lagos.

Considerando-se a distribuição das associações de fácies identificadas, juntamente com os dados de paleocorrentes e de falhas, pode-se concluir que a sedimentação na região de Macaé teve uma importante contribuição de leques aluviais em um contexto de gráben ou hemigráben alongado na direção E-W (Figura 5.51). Esta sedimentação pode ser associada à borda norte do Gráben de Barra de São João, situado na porção submersa adjacente à área (Figura 5.49). Morais (2001) associou depósitos de leques aluviais na região de Búzios com a borda sul deste mesmo gráben.



**Figura 5.51:** Modelo deposicional de sistema fluvial entrelaçado associado a leques aluviais, proposto para os depósitos da Formação Barreiras na região de Macaé.



**Figura 5.52:** Mapa de distribuição das associações de fácies (seções investigadas: 1- Carapebus-09; 2- Carapebus-04; 3- Carapebus-01; 4- Cabiúnas-02; 5- Cabiúnas-06; 6- Macaé-04; 7- Macaé-22; 8- Macaé-42; 9- Macaé-08; 10- RM-08), sentidos de paleocorrentes medidas e representação das falhas normais de orientação ENE que podem ser interpretadas. O ponto RM-08 foi estudado por Moraes (2001). As falhas na região oceânica foram extraídas de Schmitt *et al.* (2009).

### 5.3 Análise petrográfica

As amostras analisadas correspondem a arenitos médios a grossos relacionados às fácies Am e ALm, e foram coletadas em quatro seções estudadas da Formação Barreiras na área de estudo: Carapebus-04, Carapebus-09, Macaé-04 e Cabiúnas-02 (Figura 5.53).

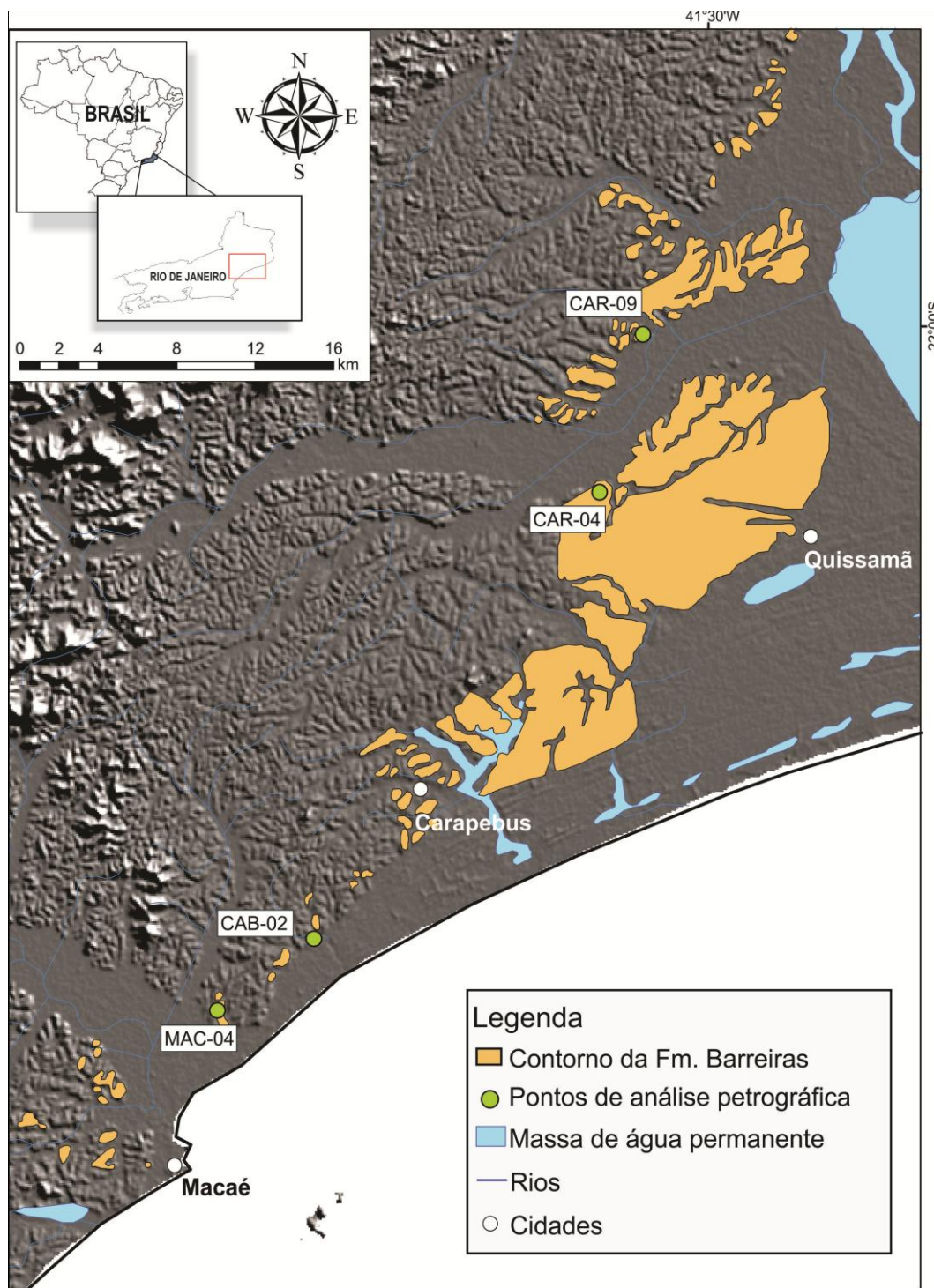


Figura 5.53: Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras para análise petrográfica.

### 5.3.1 FÁCIES Am

As análises petrográficas da fácies Am foram realizadas em amostras coletadas nas seções Carapebus-04, Carapebus-09 e Macaé-04 (Figuras 5.36 a 5.39). As rochas descritas são arenitos médios a grossos, pobremente a moderadamente selecionados (Fotomicrografia 1 da estampa A), com presença de grãos de areia muito grossa e grânulos (Fotomicrografia 2 da estampa A). Em geral, apresentam uma orientação preferencial dos grãos, evidenciada pelo alinhamento das micas (Fotomicrografia 3 da estampa A), indicando um processo trativo atuante. Com relação à forma dos grãos, apresentam-se angulosos a subangulosos e, predominantemente com circularidade alta (Fotomicrografia 4 da estampa A). Os contatos entre os grãos são raramente pontuais e na maioria das vezes os grãos encontram-se envoltos por uma matriz argilosa, indicando a baixa compactação dos sedimentos.

A matriz argilosa ocorre em alta concentração, apresentando coloração amarronzada a esverdeada, de origem provavelmente secundária (epimatriz), proveniente de infiltração mecânica de material argiloso. Este material argiloso infiltrado pode ser derivado de camadas superiores e/ou resultante da alteração de grãos instáveis do próprio arcabouço da rocha. Pode apresentar orientação em alguns pontos, ressaltando sua infiltração entre os grãos do arcabouço (Fotomicrografia 5 da estampa A). Uma característica importante da matriz encontrada é o aspecto “limpo”, ou seja, sem fragmentos de minerais (Fotomicrografia 6 da estampa A), reforçando o caráter de matriz pós-deposicional. Outro tipo de matriz, menos frequente, pode ser denominado de pseudomatriz, ou seja, gerado pela alteração *in situ* de grãos instáveis, como as micas (Fotomicrografia 7 da estampa A).

As amostras analisadas apresentam cimentação por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, que aparecem tingindo a matriz argilosa e cimentando espaços porosos. Em geral, a cimentação é mais intensa nas bordas dos grãos, onde ocorre o encolhimento da matriz argilosa (Fotomicrografia 8 da estampa A).

A porosidade primária (intergranular) é muito baixa, já que se encontra obliterada pela presença da epimatriz. A porosidade de origem secundária (por expansão e contração da matriz argilosa - Fotomicrografia 1 da estampa B - e por fraturamento e/ou dissolução parcial de grãos do arcabouço - Fotomicrografia 2 da estampa B) ocorre de maneira mais abundante, no entanto por vezes também encontra-se obliterada pela cimentação. É possível observar, ainda, com menor frequência, a porosidade do tipo móldica, ou seja, originada pela alteração total de grãos de feldspatos (Fotomicrografia 3 da estampa B).

## ESTAMPA A

**Fotomicrografia 1** – Seção Macaé-04, amostra 2: arenito médio a grosso, pobremente a moderadamente selecionado, com grãos angulosos a subangulosos (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 2** – Seção Macaé-04, amostra 3: arenito médio a grosso, com grãos angulosos a subangulosos e presença de grânulos (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 3** – Seção Macaé-04, amostra 3: muscovitas apresentando orientação preferencial (polarizadores cruzados).

**Fotomicrografia 4** – Seção Carapebus-04, amostra 2: arenito médio a grosso, com grãos angulosos a subangulosos (polarizadores em paralelo).

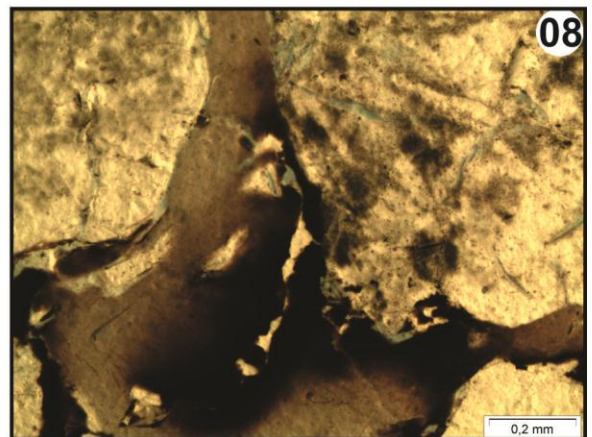
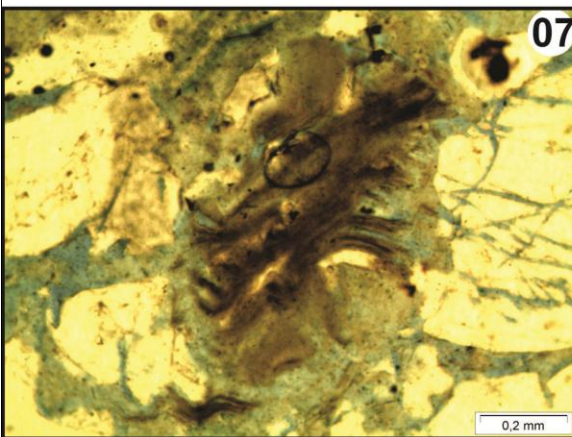
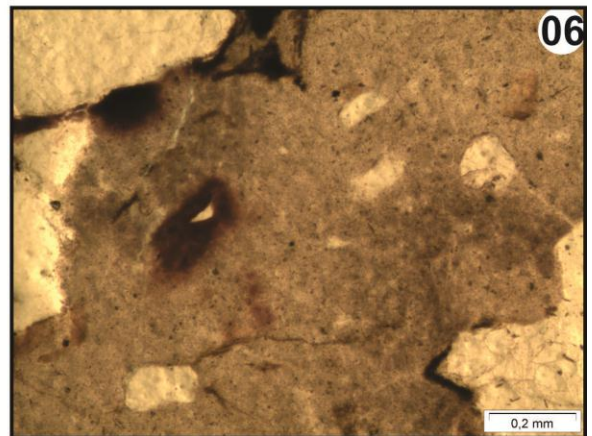
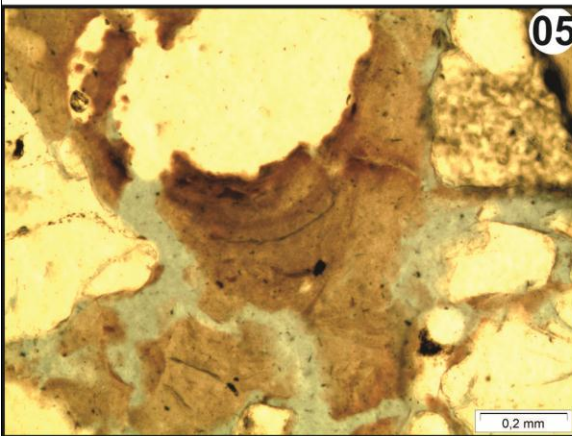
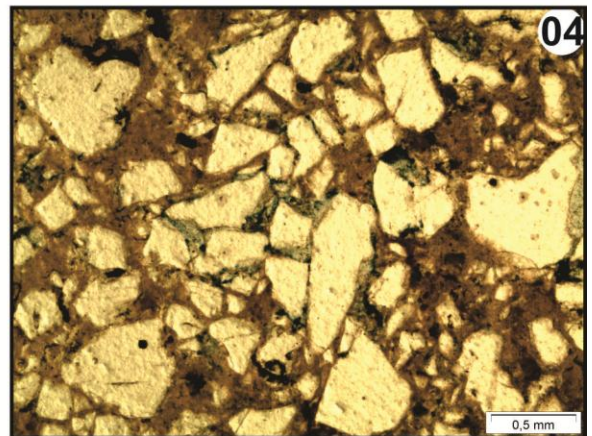
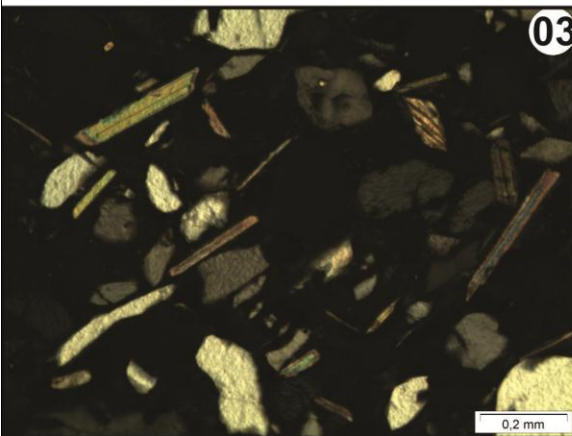
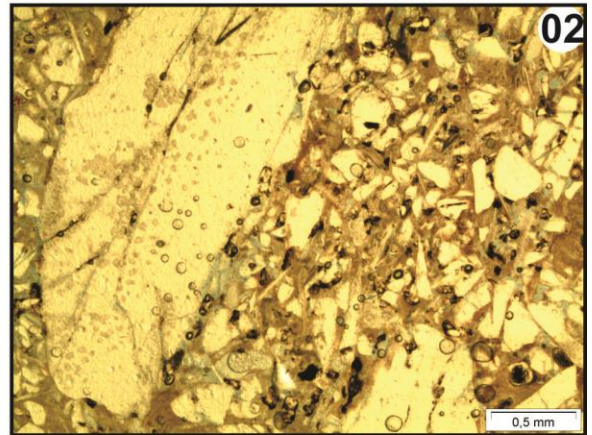
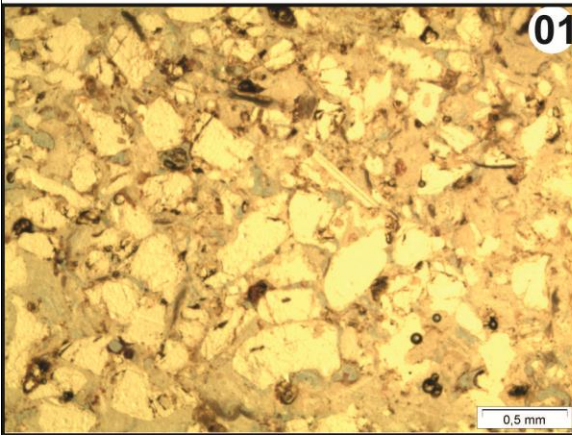
**Fotomicrografia 5** – Seção Carapebus-09, amostra 3: epimatriz argilosa apresentando orientação, originada por infiltração (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 6** – Seção Carapebus-04, amostra 2: aspecto “limpo” da epimatriz argilosa (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 7** – Seção Carapebus-04, amostra 1: pseudomatriz orginada pela alteração de grãos de mica (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 8** – Seção Carapebus-09, amostra 2: cimentação por óxidos e hidróxidos de ferro tingindo a matriz argilosa, principalmente próximo ao contato com os grãos do arcabouço (polarizadores em paralelo).

ESTAMPA A





## ESTAMPA B

**Fotomicrografia 1** – Seção Carapebus-09, amostra 3: porosidade de origem secundária, formada pela expansão e contração da epimatriz argilosa (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 2** – Seção Macaé-04, amostra 1: porosidade secundária originada pelo fraturamento de grãos do arcabouço (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 3** – Seção Macaé-04, amostra 2: porosidade do tipo móldica, ou seja, gerada pela dissolução total do grão do arcabouço. Observar a epimatriz orientada contornando a borda do grão dissolvido, indicando que a infiltração da matriz, neste caso, foi anterior à dissolução do grão (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 4** – Seção Carapebus-04, amostra 1: grãos de quartzo monocristalino apresentando fraturas abertas e reentrâncias nas bordas (polarizadores em paralelo).

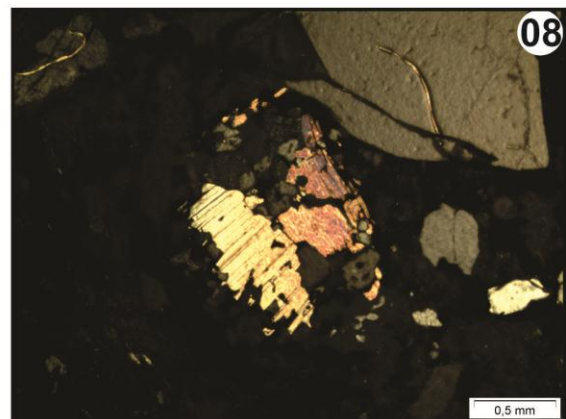
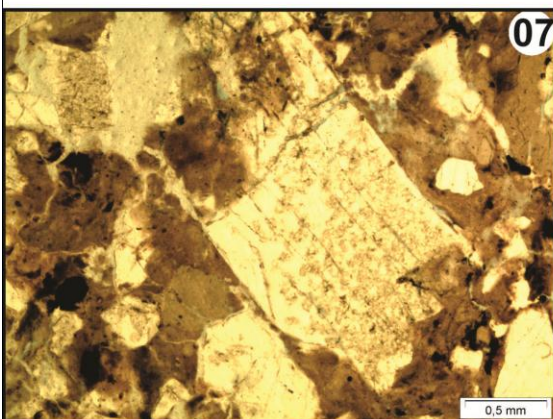
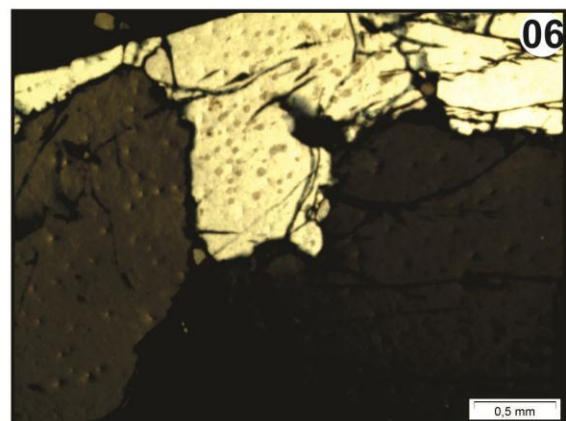
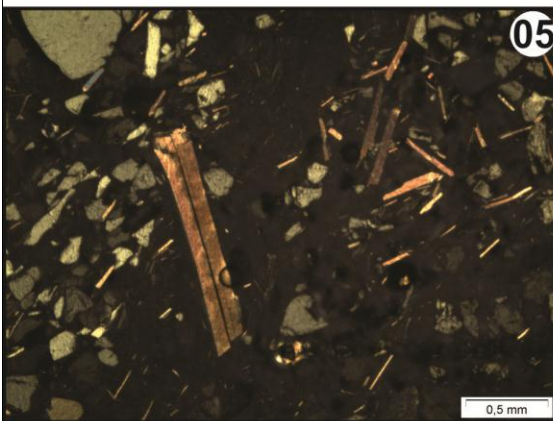
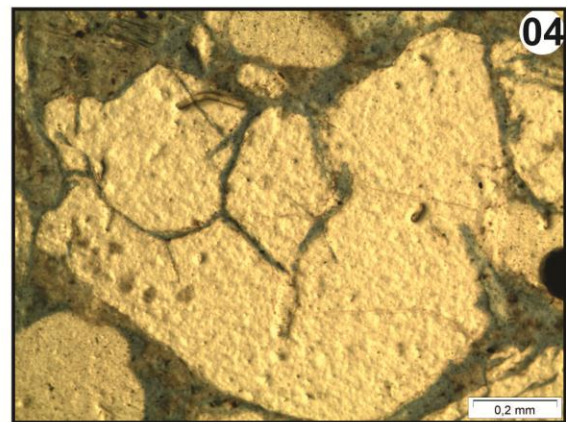
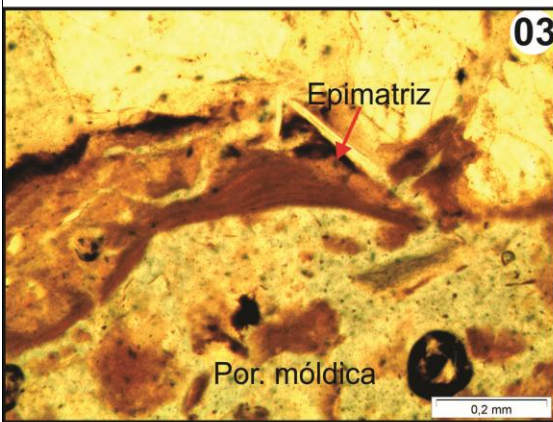
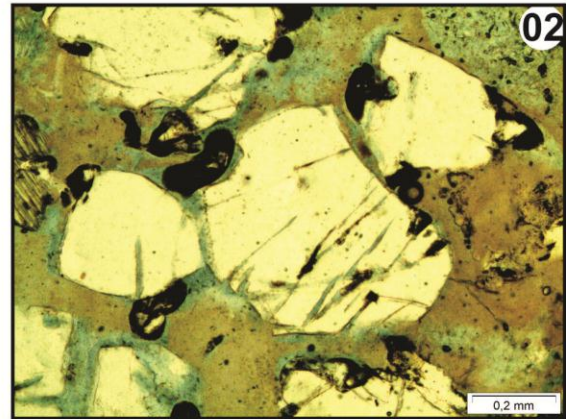
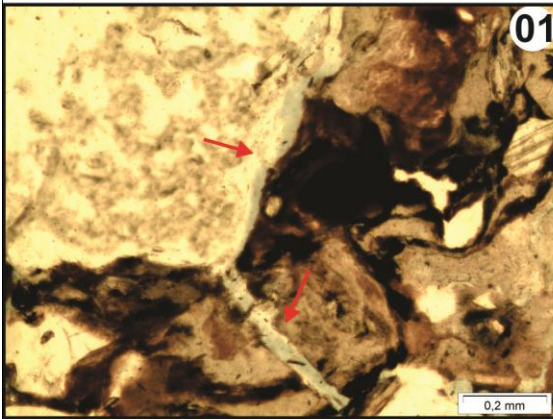
**Fotomicrografia 5** – Seção Macaé-04, amostra 3: alta concentração de muscovitas (polarizadores cruzados).

**Fotomicrografia 6** – Seção Carapebus-04, amostra 1: grão de quartzo policristalino, tamanho grânulo (polarizadores cruzados).

**Fotomicrografia 7** – Seção Carapebus-04, amostra 2: feldspato em processo de alteração, gerando material argiloso (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 8** – Seção Macaé-04, amostra 3: grão de composição lítica (polarizadores cruzados).

## ESTAMPA B



Quanto à composição mineralógica, predomina em todas as amostras analisadas quartzo monocristalino não-ondulante a fracamente ondulante com inclusões fluidas alinhadas e inclusões sólidas (rutilo e zircão). Estes grãos apresentam fraturas abertas e reentrâncias nas bordas, evidenciando um processo de corrosão (Fotomicrografia 4 da estampa B).

As muscovitas ocorrem com frequência em todas as amostras (Fotomicrografia 5 da estampa B). Quartzos policristalinos são mais raros (Fotomicrografia 6 da estampa B) e ocorrem apenas nas amostras da seção Carapebus-04 e da seção Carapebus-09. As amostras das seções Macaé-04 e Carapebus-04 apresentam, ainda, feldspatos alterados (Fotomicrografia 7 da estampa B) e as amostras da seção Macaé-04 contém fragmento lítico granítico (Fotomicrografia 8 da estampa B).

### 5.3.2 FÁCIES ALm

As análises petrográficas da fácies ALm foram realizadas em amostras coletadas na seção Cabiúnas-02 (Figura 5.43). As rochas analisadas correspondem a arenitos médios, lamosos, variando de pobremente a muito pobremente selecionado, apresentando desde grãos de areia fina a muito grossa (Fotomicrografia 1 da estampa C).

Quanto ao arredondamento, os grãos de areia são angulosos a subangulosos, predominantemente com alta circularidade. Estas rochas apresentam baixo grau de compactação, evidenciado pelos contatos entre os grãos que são pontuais a inexistentes devido à grande quantidade de lama que envolve os grãos de areia.

Os depósitos analisados apresentam dois tipos de matriz argilosa: protomatriz e epimatriz (Fotomicrografia 2 da estampa C). A protomatriz, de coloração marrom escura a avermelhada, apresenta grãos de areia dispersos compostos por quartzo e fragmentos de hidróxidos de ferro (Fotomicrografia 3 da estampa C). Já a epimatriz possui coloração marrom clara e aspecto “limpo” (sem fragmentos dispersos), podendo apresentar orientação (Fotomicrografia 4 da estampa C). A cimentação por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês ocorre nas amostras de forma bastante intensa, tingindo a matriz lamosa (Fotomicrografia 5 da estampa C).

## ESTAMPA C

**Fotomicrografia 1** – Seção Cabiúnas-02, amostra 2: arenito médio, lamoso, pobremente a muito pobremente selecionado, com grãos angulosos a subangulosos (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 2** – Seção Cabiúnas-02, amostra 1: contato entre a protomatriz de coloração mais escura e a epimatriz (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 3** – Seção Cabiúnas-02, amostra 2: protomatriz de coloração marrom, apresentando grãos dispersos de quartzo e fragmentos de hidróxidos de ferro (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 4** – Seção Cabiúnas-02, amostra 1: epimatriz, apresentando orientação (polarizadores em paralelo).

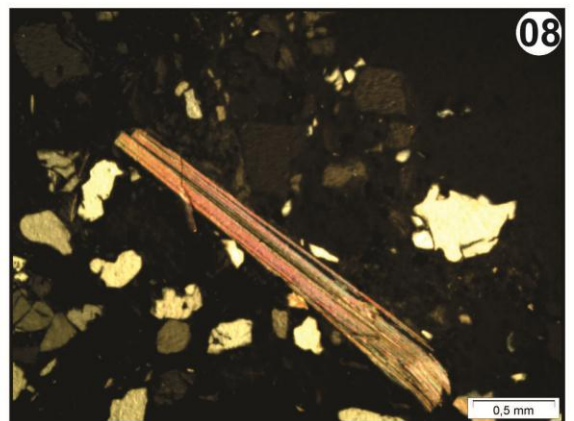
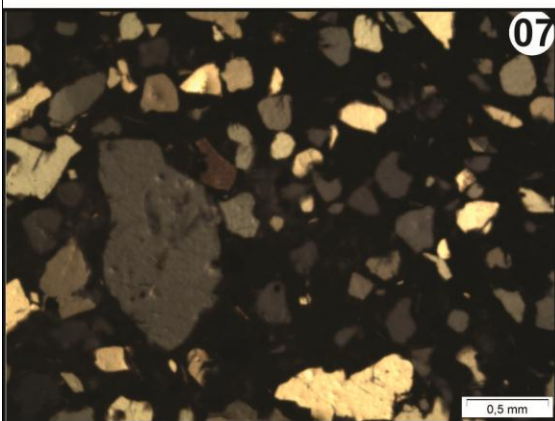
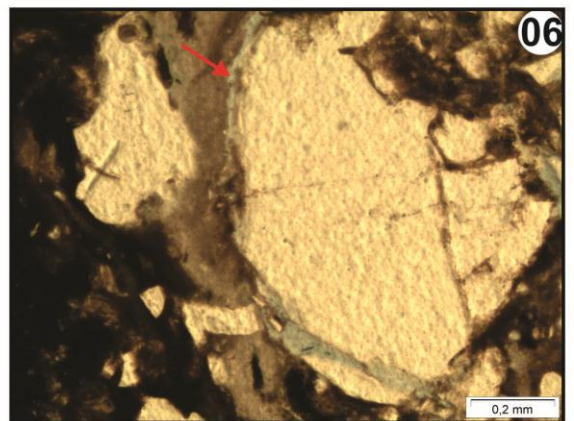
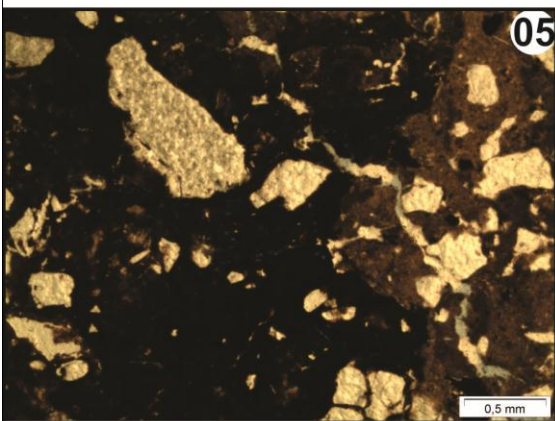
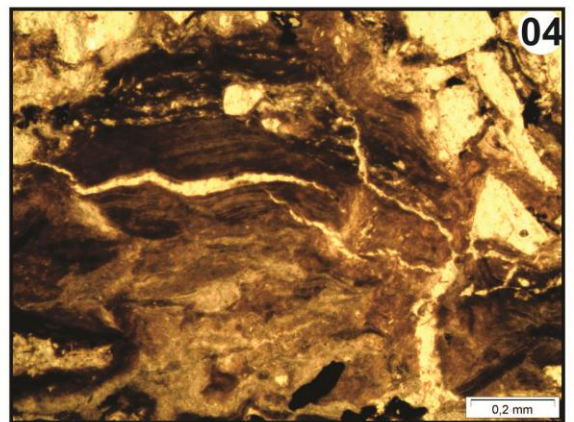
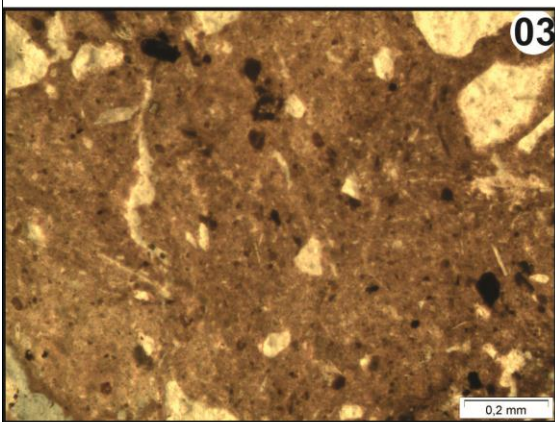
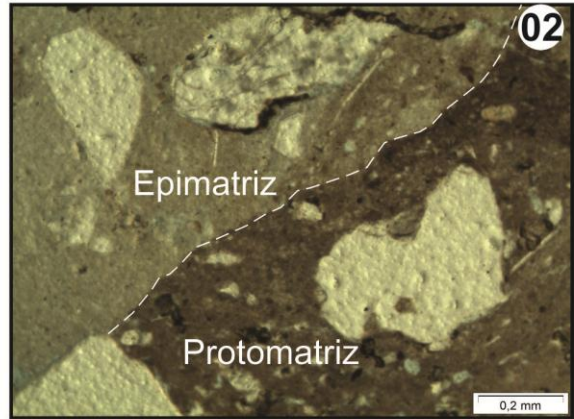
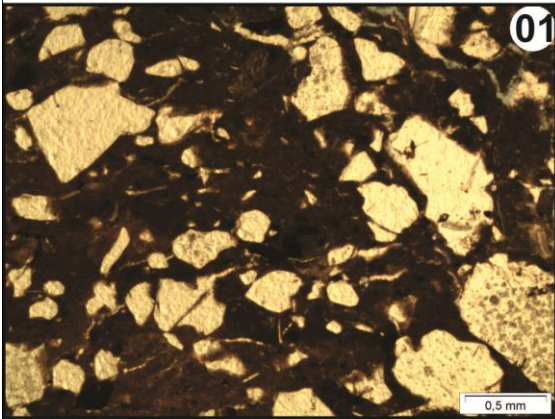
**Fotomicrografia 5** – Seção Cabiúnas-02, amostra 2: protomatriz cimentada, em parte, por óxidos e hidróxidos de ferro (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 6** – Seção Cabiúnas-02, amostra 1: porosidade secundária originada pela expansão e encolhimento da matriz argilosa (polarizadores em paralelo).

**Fotomicrografia 7** – Seção Cabiúnas-02, amostra 3: grãos de quartzo monocristalino (polarizadores cruzados).

**Fotomicrografia 8** – Seção Cabiúnas-02, amostra 1: grão de muscovita (polarizadores cruzados).

ESTAMPA C



A porosidade é muito baixa e predominantemente de origem secundária, proveniente da expansão e encolhimento da matriz argilosa (Fotomicrografia 6 da estampa C) e pela dissolução e fraturamento dos grãos do arcabouço. Apresenta baixa conectividade.

Quanto à composição mineralógica, as rochas analisadas são compostas, predominantemente, por quartzo monocristalino não ondulante a fracamente ondulante (Fotomicrografia 7 da estampa C) e, secundariamente, muscovita (Fotomicrografia 8 da estampa C) e fragmentos líticos graníticos (bastante raros).

Os processos diagenéticos e/ou pedogenéticos, neste caso, foram responsáveis pela infiltração de parte da matriz argilosa e posterior cimentação por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês.

### 5.3.3 ASPECTOS DIAGENÉTICOS

As características apresentadas pelos depósitos das fácies Am e ALm estudados indicam que estes sedimentos possuem aspectos pós-deposicionais relacionados a processos diagenéticos iniciais, com baixa compactação, evidenciada pelos contatos flutuantes a pontuais entre os grãos.

Durante a diagênese ocorreram mecanismos de infiltração de argila, que causaram a obliteração da porosidade primária intergranular, e processos de alteração de grãos instáveis do arcabouço e de corrosão dos grãos de quartzo, que geraram porosidade de origem secundária. Posteriormente, em um estágio um pouco mais avançado da diagênese, o material argiloso sofreu sucessivos ciclos de expansão e contração por ressecamento, gerando novos espaços porosos intergranulares. A cimentação da rocha, por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, preencheu os poros secundários gerados.

## 6. CONCLUSÕES

A complexidade do mapeamento da Formação Barreiras na área de estudo é evidenciada pelos limites bastante distintos apresentados pelos os mapas geológicos disponíveis (Martin *et al.*, 1997; Ferreira, 1999; Silva & Cunha, 2001; Almeida *et al.*, 2009; Nogueira *et al.*, 2009; Schmitt *et al.*, 2009) e pelo mapa realizado no presente estudo. Uma das razões para isso é o fato da área de estudo não apresentar tabuleiros extensos, mas uma geomorfologia de colinas suaves, bastante semelhante tanto para os terrenos da Formação Barreiras quanto para a região do embasamento adjacente. Além disso, nestes domínios geomorfológicos, são poucos os afloramentos que expõem espessuras significativas do substrato.

A pouca espessura dos depósitos da Formação Barreiras em grande parte da área de estudo, o caráter bastante ferruginizado e alterado destes sedimentos (devido a uma intensa cimentação por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês durante sua diagênese e posterior alteração pedogenética) e o elevado grau de alteração do embasamento, normalmente recoberto por sedimentos areno-argilosos inconsolidados (depósitos pós-Barreiras), aumentam ainda mais a dificuldade para se delimitar o contorno da Formação Barreiras.

Como em outras regiões, o mapeamento da Formação Barreiras depende de interpretações geomorfológicas. O uso de imagens SRTM mostrou-se satisfatório para a escala de mapeamento utilizada no presente estudo. No entanto, para uma delimitação mais precisa, torna-se necessária a utilização de imagens de maior detalhe e resolução. De qualquer modo, o reconhecimento de seções aflorantes na região é uma etapa metodológica fundamental para a confirmação dos pontos duvidosos.

O mapa produzido no estudo aqui apresentado, como os mapas anteriores, destaca a principal ocorrência dos depósitos da Formação Barreiras na região de Carapebus e Quissamã. Nas demais porções da área investigada, a Formação Barreiras ocorre de forma muito segmentada. Esta compartimentação pode ser atribuída a mecanismos neotectônicos, principalmente relacionados a um evento de transcorrência dextral E-W, de idade Pleistoceno-Holoceno (com base na correlação com outros estudos neotectônicos no Sudeste do Brasil), que segmenta os depósitos desta unidade através de *trends* de orientação NW e WNW. Outro evento, de caráter distensivo NW-SE e idade holocênica, também afeta com menor influência a Formação Barreiras, gerando *trends* de orientação NE que limitam os seus depósitos. Esta compartimentação neotectônica da distribuição da Formação Barreiras também foi

identificada por Ribeiro (2010) na região a norte da área estudada, destacando o papel das reativações neotectônicas na área emersa da bacia de Campos.

Com relação à interpretação paleoambiental, os depósitos da Formação Barreiras, na área investigada, estão associados a sistemas fluviais entrelaçados, cascalhosos e arenosos (associação de fácies 1). A variação entre os tipos litológicos predominantes foi relacionada ao caráter de sedimentação proximal e distal, como já havia sido discutido por Morais (2001). Não foram identificadas evidências de influência costeira nos depósitos estudados, como vem sendo observado por alguns autores em trabalhos realizados nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Arai, 2006; Rossetti, 2006; Rossetti & Dominguez, 2011).

Na região de Macaé e na região de Búzios (esta estudada anteriormente por Morais, 2001), na porção emersa adjacente ao Gráben de Barra de São João, foram descritos depósitos conglomeráticos relacionados à sedimentação em leques aluviais dominados por fluxo de detritos (associação de fácies 2). Não foram identificadas exposições que documentassem a relação entre esses depósitos de leques aluviais e os depósitos fluviais entrelaçados (associação de fácies 1) e, por esse motivo, optou-se por interpretar essas duas associações de fácies como interrelacionadas, ocorrendo em um mesmo contexto paleodeposicional.

No entanto, como os depósitos da associação de fácies 2 ocorrem associados a falhas normais NE-SW, compatíveis com uma distensão NW-SE, é possível se considerar sua relação com o quadro evolutivo do Gráben de Barra de São João, no contexto do seu evento tectônico gerador (distensão NW-SE, de idade paleogênica). Esta hipótese leva a duas questões principais: a) a Formação Barreiras na região Sudeste incluiria depósitos de idade mais antiga do que a idade miocênica atribuída a esta unidade nas regiões Norte e Nordeste. Neste caso, os depósitos da Formação Barreiras no Sudeste do Brasil seriam correlacionáveis ao preenchimento principal das bacias do RCSB; ou b) os depósitos conglomeráticos da associação de fácies 2 não pertenceriam a Formação Barreiras, relacionando-se a uma unidade litoestratigráfica mais antiga no contexto do RCSB, como, por exemplo, a Formação Macacu (Eoceno-Oligoceno, Bacia de Macacu - Ferrari, 2001).

Ainda com relação à discussão da idade dos depósitos estudados, foram reconhecidos fragmentos de hidróxidos de ferro dispersos na matriz de sedimentos arenosos, que podem servir de material para a datação através de técnicas de geocronologia de intemperismo, como foi realizado por Lima (2008) na região Nordeste do Brasil. Na ausência de outros indicadores geocronológicos, a datação de fragmentos de crostas de óxidos e hidróxidos de ferro e manganês e de níveis de crosta *in situ* pode ser uma opção importante para se alcançar limites de idade máxima e mínima para a Formação Barreiras no Sudeste do Brasil.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.H.; DIOS, F.R.B; SOUZA, D.M; MARTINS, P.; Costa, M.; Azevedo, R.; ANDRADE, E.S.; CARVALHO, F.H.; RODRIGUES, G.; FRAIFELD, F.; SHMITT, R.S.; SILVA, I.H.; GUIMARÃES, P.V.; SILVA, F.L.; PALERMO, N.; PEREIRA, R.M. **Mapa geológico da folha Macaé**. Rio de Janeiro, CPRM, escala 1:100.000. 2009. Disponível em: [http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p\\_webmap=N](http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p_webmap=N). Acesso em: 05/03/2012.

ANGELIER, J. Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In: HANCOCK, P. L. (ed.). **Continental Deformation**. 1st ed., Oxford: Pergamon Press, p. 53-100. 1994.

ANGELIER, J. & MECHELER, P. Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en sismologie: la méthode de dièdre droites. **Bulletin de la Société Géologique de France**, Paris, s. 7, t. XIX, n. 6, p. 1309-1318. 1977.

ARAI, M.A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP (Série Científica)**, v. 6, n. 2, p. 1-6, out. 2006.

ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D.F.; GOES, A.M. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará. **Congresso Brasileiro de Geologia**, Belém. **Anais ...** Belém: SBG, v. 2, p. 738-752. 1988.

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, 2003. 4 CD-ROM.

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

BOGGS, S. Jr. **Petrology of Sedimentary Rocks**. Cambridge. 595 p. 2009.

BRICALLI, L.L. **Padrões de lineamentos e fraturamento neotectônico no estado do Espírito Santo (Sudeste do Brasil)**. 2011. 221 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

COSTA, M.C.O. **Caracterização integrada de aspectos sedimentares e hidráulicos do aquífero Barreiras na porção emersa da bacia de Campos, Rio de Janeiro** 2010. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

DANTAS, M.E. Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. In: *CPRM - Estudo Ambiental do Estado do Rio de Janeiro*. Ministério de Minas e Energia, Brasília (DF). CD-ROM. 2000.

DELVAUX, D. Win-Tensor. Versão 1.4.23. 2009.

FERRARI, A.L. **Evolução Tectônica do Graben da Guanabara**. 2001. 412 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FERREIRA, C.E.O. **Mapeamento e qualificação das coberturas inconsolidadas aplicados ao planejamento territorial da escala 1:250.000 folha Macaé, estado do Rio de Janeiro**. 1999. 61 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

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.; C. DAL RÉ CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, BB (orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Editora Beca, p. 203-235. 2004.

LIMA, M.D.G. **A história do imtemperismo na província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas**. 2008. 251 p. Tese (Doutorado em Geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

LIU, C.C. A geologia estrutural do estado do Rio de Janeiro vista através de imagens MSS de Landsat. **Simpósio de Geologia Regional RJ-ES**, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro:SBG, p. 164-188. 1987.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.; FLEXOR, J. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM, 112 p. 1997.

MEIS, M.R.M & AMADOR, E.S. Formação Macacu: Considerações a respeito do Neo-Cenozóico da Baía de Guanabara. **An. Acad. Bras. Ci.**, Rio de Janeiro, v.44, n.3/4, p. 602. 1972.

MEIS, M.R.M & AMADOR, E.S. Note on weathered arkosic beds. **Journal of Sed. Petrol.**, v.4, n.3, p.727-737. 1974.

MEIS, M. R. M. & AMADOR, E. S. Contribuição ao estudo do Neocenozóico da Baixada da Guanabara: Formação Macacu. **Rev. Bras. Geoc.**, São Paulo, v.7, n.2, p.124-150. 1977.

MIALL, A.D. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. **Earth Sci. Rev.** v.22, p.261-308. 1985.

MIALL, A.D. **The Geology of Fluvial Deposits**. New York, Springer-Verlag. 582 p. 1996.

MIRANDA, D.J. **Tensões e fraturamento neotectônico na área emersa da bacia do Espírito Santo**. 2009. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MOHRIAK, W.U. & BARROS, A.Z.N. Novas evidências de tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil: o Gráben de Barra de São João na plataforma de Cabo Frio, RJ. **Revista Brasileira de Geociências**, v.20, n.1-4, p.187-196. 1990.

MORAIS, R.M.O. **Estudo faciológico da Formação Barreiras na região entre Marica e Barra de Itabapoana, estado do Rio de Janeiro**. 2001. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MORAIS, R.M.O. **Sistemas fluviais terciários na área emersa da bacia do Espírito Santo (formações Barreiras e Rio Doce)**. 2007. 144 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MORAIS, R.M.O.; MELLO, C.L.; COSTA, F.O.; SANTOS, P.F. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. **Geologia USP (Série Científica)**, v. 6, n. 2, p. 19-30, out. 2006.

NOGUEIRA, F.C.C. Deformação rúptil em depósitos da Formação Barreiras na porção leste da bacia Potiguar. **Geologia USP (Série Científica)**, v. 6, n. 2, p. 51-59, out. 2006.

NOGUEIRA, J.R.; TUPINAMBÁ, M.; SILVA, L.G.E.; DUARTE, B.P.; MIRANDA, A.; VALLADARES, C.S.; HEILBRON, M.; GUIMARÃES, P.V.; GONTIJO-PASCUTTI, A.H.F.; GUIA, C.; MAGALHÃES, D.; QUEIROZ, L.; SILVA, F.L.; PALERMO, N.; PEREIRA, R.M. **Mapa geológico da folha São Fidélis**. Rio de Janeiro, CPRM, escala 1:100.000. 2009. Disponível em: [http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p\\_webmap=N](http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p_webmap=N). Acesso em: 05/03/2012.

OLIVEIRA, D.B.; MORENO, R.S.; MIRANDA, D.J.; RIBEIRO, C.S.; SEOANE, J.C.S.; MELLO, C.L. Elaboração de um mapa de lineamento estrutural e densidade de lineamento através de imagem SRTM, em uma área ao norte do rio Doce, ES. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais eletrônicos...** Natal, 4157-4163 p. 2009.

PETIT, J.P. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. **Journal of Structural Geology**, v. 9, n. 5/6, p. 597-608, 1987.

RIBEIRO, C. S. **Influência da tectônica pós-deposicional na distribuição da Formação Barreiras entre o rio Paraíba do Sul (RJ) e rio Doce (ES)**. 2010. 163 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V. M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, 2004. p. 383-406.

ROCHA, N.P. **Análise Petrográfica da Formação Barreiras na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro**. 2010. 45p. Trabalho Final de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

ROSSETTI, D. F. Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão. **Geologia USP (Série Científica)**, v. 6, n. 2, p. 7-18, out. 2006.

ROSSETTI, D.F. & DOMINGUEZ, J.M.L. Evidência Marinha na Formação Barreiras do Litoral do Estado da Bahia. **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (III Simpósio Barreiras)**, Búzios – RJ. 2011.

SCHMITT, R.S.; MOHRIAK, W.; MANSUR, K.L.; SKEPNEK, C.C.; TROUW, R.A.J.; ROCHA, F.; GUERRA, J.V.; SILVA, R.S.; RAMOS, A.S.; STANTON, N.; ALMEIDA, J.C.H.; HEILBRON, M.; MOTOKI, A.; SICHEL, S.; GUIMARÃES, P.V.; PALERMO, N.; SILVA, F.L.; PEREIRA, R.M. Mapa geológico da folha Rio das Ostras. Rio de Janeiro, CPRM, escala 1:100.000. 2009. Disponível em: [http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p\\_webmap=N](http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p_webmap=N). Acesso em: 05/03/2012.

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**, UNESP, São Paulo v.25, n.1, p.59 – 69. 2006.

SELLEY, R.C. **An Introduction to Sedimentology**. Academic Press. 1976.

SILVA, T.M. **A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro**. 2002. 264 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, L.C. & CUNHA, H.C.S. 2001. **Geologia do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001. CD-ROM.

SRTM 90m DEM Digital Elevation Database [homepage na Internet]. The CGIAR Consortium for Spatial Information CGIAR-CSI. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org>>.

TOMAZ, E.A. **Integração de dados estruturais ao longo da margem continental da bacia de Campos, região da planície costeira do rio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro.** 2003. 50 p. Trabalho Final de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

WALTER, P.H. **Análise faciológica de depósitos cenozoicos (Formação Barreiras?/Formação Macacu?) na Região dos Lagos, entre Maricá e Saquarema (Rio de Janeiro).** 2011. 41p. Trabalho Final de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

WENTWORTH, C.K. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 30, p. 377-392. 1922.

WILCOX, R.E.; HARDING, T.P.; SEELY, D.R. Basic Wrench Tectonics. **American Association of Petroleum Geology**, v. 57, n. 1, p. 74-96, jan/1973.

WINTER, W.R.; JAHNERT, R.J.; FRANÇA, A.B. Bacia de Campos. In: MILANI, E. J. (coord.); RANGEL, H.D.; BUENO, G.V.; STICA, J.M.; WINTER, W.R.; CAIXETA, J.M.; PESSOA NETO, O.C. **Cartas Estratigráficas**. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 511-529, maio/nov. 2007.

**ANEXO 1: TABELA DE PONTOS INVESTIGADOS**

ID	CÓDIGO	NOME	COORDENADAS		LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
			X	Y		
1	-	Dores de Macabu-01	230689	7575455	Embasamento	Ponto de mapeamento
2	-	Dores de Macabu-02	241573	7574829	Embasamento	Ponto de mapeamento
3	-	Dores de Macabu-03	241465	7573069	Embasamento	Ponto de mapeamento
4	-	Dores de Macabu-04	241734	7572311	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
5	-	Dores de Macabu-05	241049	7571877	Embasamento	Ponto de mapeamento
6	-	Dores de Macabu-06	241418	7572299	Embasamento	Ponto de mapeamento
7	-	Dores de Macabu-07	237211	7567253	Embasamento	Ponto de mapeamento
8	-	Dores de Macabu-08	234677	7565728	Embasamento	Ponto de mapeamento
9	-	Dores de Macabu-08b	235017	7565296	Embasamento	Ponto de mapeamento
10	-	Dores de Macabu-09	236498	7568415	Embasamento	Ponto de mapeamento
11	-	Dores de Macabu-10	236657	7569306	Embasamento	Ponto de mapeamento
12	-	Dores de Macabu-11	238555	7569384	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
13	-	Dores de Macabu-12	234677	7569839	Embasamento	Ponto de mapeamento
14	-	Campos-01	247978	7582465	Embasamento	Ponto de mapeamento
15	-	Campos-02	247929	7581217	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
16	-	Campos-03	245226	7575909	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
17	-	Campos-04	245452	7570555	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
18	-	Campos-05	244147	7575598	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
19	-	Campos-06	246936	7581000	Embasamento	Ponto de mapeamento
20	-	Campos-07	249314	7586450	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
21	-	Campos-08	248373	7587239	Embasamento	Ponto de mapeamento
22	-	Campos-09	247309	7585410	Embasamento	Ponto de mapeamento
23	-	Campos-10	249665	7583363	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
24	CAR-01	Carapebus-01	225258	7541824	Formação Barreiras	Análise faciológica
25	-	Carapebus-02	234581	7554471	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
26	-	Carapebus-03	232578	7555849	Embasamento	Ponto de mapeamento
27	CAR-04	Carapebus-04	235937	7556221	Formação Barreiras	Análise faciológica e petrográfica

ID	CÓDIGO	CÓDIGO	COORDENADAS		LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
			X	Y		
28	-	Carapebus-05	236477	7552135	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
29	-	Carapebus-06	232703	7548453	Embasamento	Ponto de mapeamento
30	-	Carapebus-07a	229250	7556839	Embasamento	Ponto de mapeamento
31	-	Carapebus-07b	225562	7557388	Embasamento	Ponto de mapeamento
32	-	Carapebus-08	223442	7563028	Embasamento	Ponto de mapeamento
33	CAR-09	Carapebus-09/RM-34	238157	7564295	Formação Barreiras	Análise faciológica, petrográfica e estrutural
34	-	Carapebus-10	240090	7560722	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
35	-	Carapebus-11	222573	7555691	Embasamento	Ponto de mapeamento
36	-	Carapebus-12	221864	7544796	Embasamento	Ponto de mapeamento
37	-	Carapebus-13	223983	7543668	Embasamento	Ponto de mapeamento
38	-	Carapebus-14	224734	7544073	Embasamento	Ponto de mapeamento
39	-	Carapebus-15	221397	7537802	Embasamento	Ponto de mapeamento
40	-	Carapebus-16	225557	7537592	Embasamento	Ponto de mapeamento
41	-	Carapebus-17	234539	7562340	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
42	-	Carapebus-18	232830	7559843	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
43	-	Carapebus-19	231238	7561110	Embasamento	Ponto de mapeamento
44	-	Carapebus-20	232890	7546879	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
45	-	Carapebus-21	227662	7544679	Embasamento	Ponto de mapeamento
46	-	Carapebus-22	225686	7540375	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
47	-	Carapebus-23	226213	7539140	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
48	-	Carapebus-24	225156	7538900	Embasamento	Ponto de mapeamento
49	-	Carapebus-25	225636	7538278	Embasamento	Ponto de mapeamento
50	-	Carapebus-26	225743	7537822	Embasamento	Ponto de mapeamento
51	-	Carapebus-27	225350	7539568	Embasamento	Ponto de mapeamento
52	-	Carapebus-28	224996	7540517	Embasamento	Ponto de mapeamento
-	-	Macaé-01	-	-	Embasamento	Ponto de mapeamento
53	-	Macaé-02	207760	756220	Embasamento	Ponto de mapeamento
54	-	Macaé-03	215806	7529629	Embasamento	Ponto de mapeamento



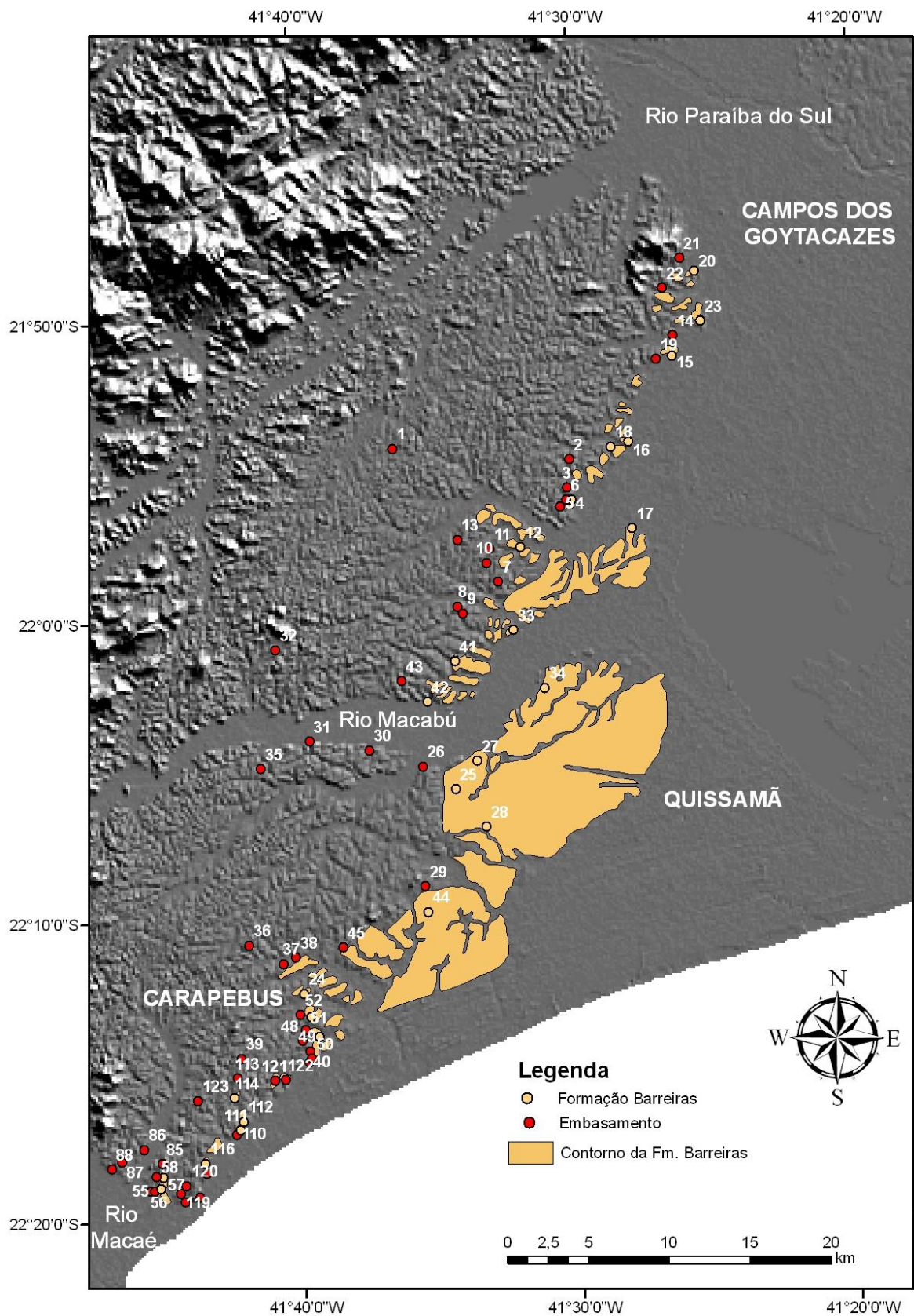
ID	CÓDIGO	CÓDIGO	COORDENADAS		LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
			X	Y		
55	MAC-03	Macaé-03b	216028	7529600	Embasamento	Análise estrutural
56	MAC-04	Macaé-04	216414	7529745	Formação Barreiras	Análise faciológica e petrográfica
57	-	Macaé-05	216557	7530489	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
58	-	Macaé-06	216144	7530521	Embasamento	Ponto de mapeamento
59	-	Macaé-07	212085	7520244	Embasamento	Ponto de mapeamento
60	MAC-08	Macaé-08	212892	7521875	Formação Barreiras	Análise faciológica
61	-	Macaé-09	212489	7522702	Embasamento	Ponto de mapeamento
62	-	Macaé-10	212100	7522070	Embasamento	Ponto de mapeamento
63	-	Macaé-11	211518	7520892	Embasamento	Ponto de mapeamento
64	-	Macaé-12	210630	7521460	Embasamento	Ponto de mapeamento
65	-	Macaé-13	210545	7520782	Embasamento	Ponto de mapeamento
66	MAC-14	Macaé-14	211228	7523411	Formação Barreiras	Análise estrutural
67	-	Macaé-15	210862	7523249	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
68	-	Macaé-16	2511137	7522715	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
69	-	Macaé-17	208349	7519992	Embasamento	Ponto de mapeamento
70	-	Macaé-18	207015	7520763	Embasamento	Ponto de mapeamento
71	-	Macaé-19	206405	7521411	Embasamento	Ponto de mapeamento
72	-	Macaé-20	206879	7520638	Embasamento	Ponto de mapeamento
73	MAC-21	Macaé-21	206345	7519682	Embasamento	Análise estrutural
74	MAC-22	Macaé-22	210701	7525080	Formação Barreiras	Análise faciológica e estrutural
75	MAC-23	Macaé-23	210550	7525202	Formação Barreiras	Análise estrutural
76	MAC-24	Macaé-24	210328	7525633	Formação Barreiras	Análise estrutural
77	-	Macaé-25	209608	7526111	Embasamento	Ponto de mapeamento
78	-	Macaé-26	209558	7527367	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
79	-	Macaé-27	210281	7527395	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
80	-	Macaé-28	210180	7528081	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
81	-	Macaé-29	209960	7525877	Embasamento	Ponto de mapeamento
82	-	Macaé-30	210324	7526354	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
83	-	Macaé-31	211117	7526615	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento

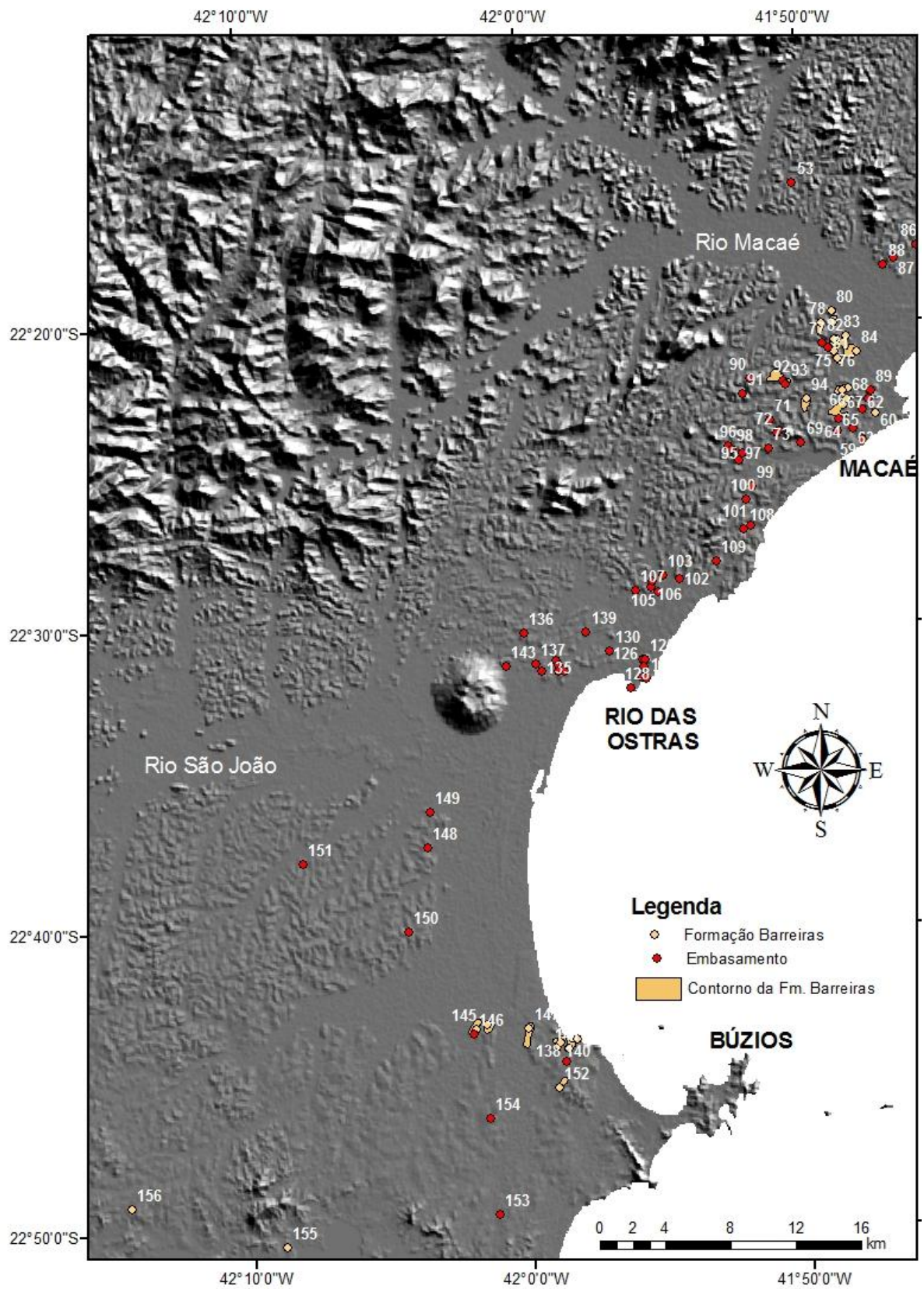
ID	CÓDIGO	CÓDIGO	COORDENADAS		LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
			X	Y		
84	-	Macaé-32	211732	7525667	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
85	-	Macaé-33	216488	7531325	Embasamento	Ponto de mapeamento
86	-	Macaé-34	215360	7532184	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
87	-	Macaé-35	214000	75317416	Embasamento	Ponto de mapeamento
88	-	Macaé-36	213374	7530976	Embasamento	Ponto de mapeamento
89	-	Macaé-37	212593	7523258	Embasamento	Ponto de mapeamento
90	-	Macaé-38	205218	7523990	Embasamento	Ponto de mapeamento
91	-	Macaé-39	204727	7523009	Embasamento	Ponto de mapeamento
92	-	Macaé-40	207223	7523835	Embasamento	Ponto de mapeamento
93	-	Macaé-41	207395	7523617	Embasamento	Ponto de mapeamento
94	MAC-42	Macaé-42	208673	7522731	Formação Barreiras	Análise faciológica
95	-	Macaé-43	204749	7519349	Embasamento	Ponto de mapeamento
96	-	Macaé-44	203905	7519802	Embasamento	Ponto de mapeamento
97	-	Macaé-45	204551	7518923	Embasamento	Ponto de mapeamento
98	-	Macaé-46	204102	7519572	Embasamento	Ponto de mapeamento
99	-	Macaé-47	205331	7517300	Embasamento	Ponto de mapeamento
100	-	Macaé-48	204948	7516521	Embasamento	Ponto de mapeamento
101	-	Macaé-49	205247	7514962	Embasamento	Ponto de mapeamento
102	-	Macaé-50	200893	7511633	Embasamento	Ponto de mapeamento
103	-	Macaé-51	199884	7511886	Embasamento	Ponto de mapeamento
104	-	Macaé-52	199587	7510871	Embasamento	Ponto de mapeamento
105	-	Macaé-53	199159	7511149	Embasamento	Ponto de mapeamento
106	-	Macaé-54	199199	7511487	Embasamento	Ponto de mapeamento
107	-	Macaé-55	198166	7510905	Embasamento	Ponto de mapeamento
108	-	Macaé-56	204858	7514699	Embasamento	Ponto de mapeamento
109	-	Macaé-57	203127	7512747	Embasamento	Ponto de mapeamento
110	-	Cabiúnas-01	221106	7533131	Embasamento	Ponto de mapeamento
111	CAB-02	Cabiúnas-02	221343	7533412	Formação Barreiras	Análise faciológica e petrográfica

ID	CÓDIGO	CÓDIGO	COORDENADAS		LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
			X	Y		
112	CAB-03	Cabiúnas-03	221533	7533936	Formação Barreiras	Análise estrutural
113	-	Cabiúnas-04	221143	7536603	Embasamento	Ponto de mapeamento
114	-	Cabiúnas-05	220932	7535362	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
115	-	Cabiúnas-06a	219231	7530719	Embasamento	Ponto de mapeamento
116	CAB-06	Cabiúnas-06b	219138	7531335	Formação Barreiras	Análise faciológica e estrutural
117	-	Cabiúnas-07	218808	7529254	Embasamento	Ponto de mapeamento
118	-	Cabiúnas-08	217940	7528974	Embasamento	Ponto de mapeamento
119	-	Cabiúnas-09	217649	7529470	Embasamento	Ponto de mapeamento
120	-	Cabiunas-09b	217972	7529968	Embasamento	Ponto de mapeamento
121	-	Cabiúnas-10	223459	7536450	Embasamento	Ponto de mapeamento
122	-	Cabiúnas-11	224111	7536503	Embasamento	Ponto de mapeamento
123	-	Cabiúnas-12	218668	7535203	Embasamento	Ponto de mapeamento
124	-	Rio das Ostras-01	198634	7506717	Embasamento	Ponto de mapeamento
125	-	Rio das Ostras-02	198804	7506710	Embasamento	Ponto de mapeamento
126	-	Rio das Ostras-03	198740	7506241	Embasamento	Ponto de mapeamento
127	-	Rio das Ostras-04	198652	7505594	Embasamento	Ponto de mapeamento
128	-	Rio das Ostras-05	197892	7504923	Embasamento	Ponto de mapeamento
129	-	Rio das Ostras-06	198843	7505518	Embasamento	Ponto de mapeamento
130	-	Rio das Ostras-07	196629	7507243	Embasamento	Ponto de mapeamento
131	-	Rio das Ostras-08	193829	7505992	Embasamento	Ponto de mapeamento
132	-	Rio das Ostras-09	193349	7506621	Embasamento	Ponto de mapeamento
133	-	Rio das Ostras-10	193436	7506332	Embasamento	Ponto de mapeamento
134	-	Rio das Ostras-11	193469	7505956	Embasamento	Ponto de mapeamento
135	-	Rio das Ostras-12	192425	7505983	Embasamento	Ponto de mapeamento
136	-	Rio das Ostras-13	191380	7508333	Embasamento	Ponto de mapeamento
137	-	Rio das Ostras-14	192060	7506404	Embasamento	Ponto de mapeamento
138	-	Rio das Ostras-15	194003	7482000	Embasamento	Ponto de mapeamento
139	-	Rio das Ostras-16	195175	7508407	Embasamento	Ponto de mapeamento

ID	CÓDIGO	CÓDIGO	COORDENADAS		LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
			X	Y		
140	-	Rio das Ostras-17/RM-8a	193600	7483150	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
141	-	Rio das Ostras-18/RM-8b	194100	7482850	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
142	-	Rio das Ostras-19/RM-9	194600	7483400	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
143	-	Morro do São João-01	807480	7506267	Embasamento	Ponto de mapeamento
144	-	Morro do São João-02/RM-22	805473	7484355	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
145	-	Morro do São João-03	804817	7484070	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
146	-	Morro do São João-04	804600	7483800	Embasamento	Ponto de mapeamento
147	-	Morro do São João-05	808026	7484032	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
148	-	Morro de São João-06	802281	7495351	Embasamento	Ponto de mapeamento
149	-	Morro de São João-07	802482	7497548	Embasamento	Ponto de mapeamento
150	-	Morro de São João-08	800905	7490241	Embasamento	Ponto de mapeamento
151	-	Morro de São João-09	794544	7494631	Embasamento	Ponto de mapeamento
152	-	Farol do Cabo-01	193509	7480438	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
153	-	Cabo Frio-01	805786	7472695	Embasamento	Ponto de mapeamento
154	-	Cabo Frio-02	805416	7478607	Embasamento	Ponto de mapeamento
155	-	Cabo Frio-03/RM-7	792700	7471150	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento
156	-	Cabo Frio/RM-24	783250	7473900	Formação Barreiras	Ponto de mapeamento

## ANEXO 2: MAPAS COM OS PONTOS INVESTIGADOS





**ANEXO 3: TABELA DE DADOS ESTRUTURAIS**

ID	LOCALIDADE	PLANO	ESTRIA	ORIENTAÇÃO	TIPO DE FALHA	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	REGIME TECTÔNICO	OBSERVAÇÕES
1	Cabiúnas-03	160/48	160/48	N70E	(N)	Pós-Barreiras	E2	Falha N
2	Cabiúnas-06b	175/55	175/55	N85E	(N)	Fm. Barreiras	E1? E2?	Falha N
3	Cabiúnas-06b	156/40	156/40	N66E	(N)	Fm. Barreiras	E1? E2?	Falha N
4	Cabiúnas-06b	185/42	-	N85W	-	Fm. Barreiras	-	-
5	Cabiúnas-06b	195/35	-	N75W	-	Fm. Barreiras	-	-
6	Cabiúnas-06b	215/40	-	N55W	-	Fm. Barreiras	-	-
7	Cabiúnas-06b	170/30	-	N80E	-	Fm. Barreiras	-	-
8	Cabiúnas-06b	180/34	-	N-S	-	Fm. Barreiras	-	-
9	Cabiúnas-06b	183/40	-	N87W	-	Fm. Barreiras	-	-
10	Carapebus-09	284/55	284/55	N14E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
11	Carapebus-09	100/44	100/44	N10E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
12	Carapebus-09	100/55	100/55	N10E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
13	Carapebus-09	310/45	310/45	N40E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
14	Carapebus-09	124/75	124/75	N34E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
15	Carapebus-09	294/52	294/52	N24E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
16	Carapebus-09	230/40	230/40	N40W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
17	Carapebus-09	195/80	280/22	N75W	(DN)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
18	Macaé-03b	340/48	-	N70E	-	Pós-Barreiras	-	-
19	Macaé-03b	110/-	-	N20E	-	Embasamento	-	-
20	Macaé-14	040/54	-	N50W	-	Fm. Barreiras	-	-
21	Macaé-21	345/70	-	N75E	-	Embasamento	-	-
22	Macaé-22	192/64	275/14	N78W	(DN)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
23	Macaé-22	340/80	062/28	N20W	(DN)	Fm. Barreiras	TD	Falha P
24	Macaé-22	002/70	090/02	N88W	(D)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
25	Macaé-22	198/56	246/44	N72W	(DN)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
26	Macaé-22	196/86	284/10	N74W	(D)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
27	Macaé-22	032/60	032/60	N58W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
28	Macaé-22	218/64	218/64	N52W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
29	Macaé-22	028/54	028/54	N62W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
30	Macaé-22	030/64	030/64	N60W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T

ID	LOCALIDADE	PLANO	ESTRIA	ORIENTAÇÃO	TIPO DE FALHA	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	REGIME TECTÔNICO	OBSERVAÇÕES
31	Macaé-22	216/74	216/74	N54W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
32	Macaé-22	190/62	222/58	N80W	(ND)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
33	Macaé-22	030/60	030/60	N60W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
34	Macaé-22	315/76	-	N45E	-	Fm. Barreiras	-	-
35	Macaé-22	042/68	-	N48W	-	Fm. Barreiras	-	-
36	Macaé-23	168/54	168/54	N78E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
37	Macaé-23	164/48	164/48	N74E	(N)	Fm. Barreiras	E2	Falha N
38	Macaé-23	325/86	055/20	N55E	(D)	Fm. Barreiras	TD	Falha P
39	Macaé-23	162/48	-	N72E	-	Fm. Barreiras	-	-
40	Macaé-24	286/72	206/32	N16E	(S)	Fm. Barreiras	TD	Falha X
41	Macaé-24	048/80	048/80	N42W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
42	Macaé-24	302/66	215/10	N32E	(SN)	Fm. Barreiras	TD	Falha X
43	Macaé-24	240/44	240/44	N30W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
44	Macaé-24	242/54	242/54	N28W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T
45	Macaé-24	090/70	065/68	N-S	(NS)	Fm. Barreiras	TD	Falha R
46	Macaé-24	295/74	214/34	N25E	(SN)	Fm. Barreiras	TD	Falha X
47	Macaé-24	245/52	245/52	N25W	(N)	Fm. Barreiras	TD	Falha T