



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**JOÃO VICTOR VEIGA CHRISMANN
DRE: 109058556**

**MAPEAMENTO DA FORMAÇÃO BARREIRAS NA REGIÃO
NORTE FLUMINENSE, ENTRE OS RIOS PARAÍBA DO SUL E
ITABAPOANA**

Rio de Janeiro
2014

JOÃO VICTOR VEIGA CHRISMANN
DRE: 109058556

**MAPEAMENTO DA FORMAÇÃO BARREIRAS NA REGIÃO
NORTE FLUMINENSE, ENTRE OS RIOS PARAÍBA DO SUL E
ITABAPOANA**

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

Orientador: Prof. Dr. Claudio Limeira
Mello

Rio de Janeiro
2014

CHRISMANN, João Victor Veiga

Mapeamento da Formação Barreiras na Região Norte Fluminense, Entre os Rios Paraíba do Sul e Itabapoana/ João Victor Veiga Christmann. – Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Geociências, 2014.

xii, 49 p.

Trabalho Final de Curso: Graduação em Geologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2014.

Orientador: Claudio Limeira Mello

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

JOÃO VICTOR VEIGA CHRISMANN

**MAPEAMENTO DA FORMAÇÃO BARREIRAS NA REGIÃO
NORTE FLUMINENSE, ENTRE OS RIOS PARAÍBA DO SUL E
ITABAPOANA**

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

Orientador: Prof. Dr. Claudio Limeira
Mello

Aprovado em: 20/02/2014

Por:

Prof. Dr. Claudio Limeira Mello (Departamento de Geologia – IGEO/UFRJ)

Prof. Dr. Ismar de Souza Carvalho (Departamento de Geologia – IGEO/UFRJ)

Geóloga M.Sc. Thaís Coelho Brêda (Lasa Prospecções S/A)

À minha Grande Família,
Com muito orgulho.

AGRADECIMENTOS

À CPRM e à UERJ, pela oportunidade de trabalhar no PRONAGEO – Mapeamento do Estado do Rio de Janeiro, e pela concessão da ajuda de custo no primeiro trabalho de campo desta pesquisa.

Ao Instituto de Geociências da UFRJ, pelo transporte cedido, que tornou possível a circulação na área de estudo, e pelas diárias de campo, que ajudaram com os custos.

Agradeço ao meu orientador, professor Claudio Limeira Mello, pelos ensinamentos de Geologia e de vida, por toda a compreensão e paciência, pelas palavras de incentivo e pelo grande exemplo passado. Agradeço também pela boa parceria nesses quatro anos de trabalho no grupo de pesquisa.

À cartógrafa Sonia Maria Lima Silva, pelas imagens cedidas, que serviram de base para a continuidade da pesquisa, e pelas discussões sobre nossos trabalhos.

À geóloga Thaís Coelho Brêda e ao Prof. Dr. Miguel Tupinambá, pelos ensinamentos nos trabalhos de campo e pelas discussões geológicas, que influenciaram no desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo e geólogo Lucas de Oliveira Moura Rodrigues, pelas contribuições nos trabalhos de campo e nas conversas do dia a dia, que tornaram as rotinas sempre mais agradáveis.

À geóloga Ingrid Barreto Maciel, pelas discussões e pela ajuda no trabalho de campo.

Ao geólogo, José Alberto Bucheb, pelo maior incentivo e exemplo nesta carreira desde sempre.

À Marcia, Beto, Pedro, Cesar, Karla e Karolina, integrantes da minha Grande Família, por todo o apoio, incentivo e confiança. E à minha amiga Cida, por todo o seu carinho comigo.

Agradeço, de forma especial, à Camilla da Silva Santos, pelo apoio incondicional, incentivo, paciência e compreensão nos meus momentos mais difíceis, sempre conseguindo me reerguer. Pelo grande exemplo profissional e pessoal que ela é pra mim. Pela sua presença essencial no meu dia a dia e pela família linda que formamos.

“Esta terra, Senhor, me parece que da ponta que mais contra o sul vimos até à outra ponta que contra o norte vem, de que nós deste porto houvermos vista, será tamanha que haverá nela bem vinte ou vinte e cinco léguas por costa. Tem, ao longo do mar, nalgumas partes, grandes barreiras, delas vermelhas, delas brancas; e a terra por cima toda chã e muito cheia de grandes arvoredos. De ponta a ponta, é toda praia parma, muito chã e muito formosa.”

(Pero Vaz de Caminha)

RESUMO

CHRISMANN, João Victor Veiga. Mapeamento da Formação Barreiras na Região Norte Fluminense, Entre os Rios Paraíba do Sul e Itabapoana. Rio de Janeiro, 2014. 49 p. Trabalho Final de Curso (Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A Formação Barreiras, unidade sedimentar cenozoica (Mioceno-Plioceno) aflorante desde o Amapá até o Rio de Janeiro, apresenta-se comumente associada a feições de tabuleiros e falésias. Essa relação geomorfológica é invariavelmente utilizada como característica básica para a identificação dessa unidade litoestratigráfica. No entanto, a distinção litológica de seus depósitos dos saprolitos de rochas graníticas/gnaissicas nem sempre é simples, assim como pode existir uma passagem gradual de domínios geomorfológicos. No Rio de Janeiro, a Formação Barreiras é encontrada de forma descontínua a partir da Região dos Lagos até a Região Norte Fluminense, onde apresenta maior expressão. Os mapas geológicos disponíveis mostram distribuições distintas para a Formação Barreiras, evidenciando a dificuldade do reconhecimento e mapeamento dessa unidade. O presente estudo tem como objetivo principal gerar o mapa na escala 1:25.000 da distribuição da Formação Barreiras na região de maior ocorrência dessa unidade no estado do Rio de Janeiro, entre Campos dos Goytacazes e São Francisco de Itabapoana. Este trabalho teve como base imagens aéreas *GeoCover* e um modelo digital de elevação (MDE) gerado a partir de imagens de satélite ALOS. Foi produzido um *hillshade* a partir do MDE, com dois azimutes de iluminações: 045° e 315°. Essas imagens foram analisadas e interpretadas destacando-se as formas de tabuleiros e colinas mais suaves, preliminarmente atribuídas à Formação Barreiras. Após essa etapa, foram identificados possíveis afloramentos com base em imagens aéreas do *Google Earth*. Por fim, foram realizados trabalhos de campo para checar a interpretação fotogeológica realizada. Foram descritos afloramentos da Formação Barreiras e do embasamento, em alguns casos, bastante intemperizados. Os depósitos identificados da Formação Barreiras apresentam suas características típicas: arenitos com camadas de lamito intercaladas, geralmente ferruginizados, podendo ocorrer níveis conglomeráticos. O embasamento intemperizado foi diferenciado pela presença de alguma estrutura metamórfica preservada, de veios de quartzo ou presença de mica. O mapa da Formação Barreiras gerado apresenta importantes diferenças quanto aos limites da unidade em relação aos mapas anteriores. Apesar de a Formação Barreiras apresentar morfologia tabular em grande parte da área, a mesma também é vista, em algumas situações, associada a colinas mais dissecadas, em áreas com maior densidade de drenagem. Dividiu-se o mapa em quatro domínios (I, II, III e IV) com base no grau de dissecção fluvial ao longo da área e na distribuição geográfica. Os domínios I e IV apresentam características mais comuns da Formação Barreiras; o domínio II está associado a uma área de transição, com médio grau de dissecção, enquanto que o domínio III está representado por relevo de colinas com topos mais agudos e alto grau de dissecção. Essa variação geomorfológica pode ser relacionada à atuação de eventos neotectônicos.

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

ABSTRACT

CHRISMANN, João Victor Veiga. Mapping of Barreiras Formation in the Northern Region of Rio de Janeiro State, Between Paraíba do Sul and Itabapoana Rivers. Rio de Janeiro, 2014. 49 p. Final course monography (Geology) - Department of Geology, Institute of Geosciences, Federal University of Rio de Janeiro.

The Barreiras Formation is a Cenozoic sedimentary unit (Miocene-Pliocene), outcropping from Amapá to Rio de Janeiro states, normally associated with tablelands and cliff morphologies. This geomorphologic relationship is invariably used as a basic feature to identify that lithostratigraphic unit. However, the lithologic distinction of their deposits to granitic/gnaissic rocks is not always simple, as there may be a gradual transition of geomorphologic domains. In Rio de Janeiro state, the Barreiras Formation is found discontinuously since Região dos Lagos to the northern part of the state, where has higher expression. The available geological maps show distinct distributions for the Barreiras Formation, evidencing the difficulty to recognize and to map that unit. The present study aims to generate a map of the distribution of Barreiras Formation at 1:25.000 scale in the highest occurrence of this unit in the Rio de Janeiro state, between Campos dos Goytacazes and São Francisco de Itabapoana. This work was based on aerial images GeoCover and a digital elevation model (DEM) generated from ALOS satellite images. Hillshade was produced from DEM, with two azimuths illuminations: 045° and 315°. These images were analyzed and interpreted highlighting tableland shapes and smoother hills, preliminarily attributed to Barreiras Formation. After this step, possible outcrops were identified based on aerial images from Google Earth. Finally, field trips were carried out to check the photogeological interpretation. In some cases, Barreiras Formation and basement rocks were described highly weathered. The identified deposits of Barreiras Formation show their typical characteristics: sandstone intercalated with layers of mudstone, usually ferruginized; conglomeratic levels may occur. The weathered basement was distinguished by the presence of some preserved metamorphic structure, quartz veins or presence of mica. The distribution map of Barreiras Formation shows important differences of the unit limits when compared to previous maps. Despite Barreiras Formation has tabular morphology largely in the area, in some situations it is also seen associated with more dissected hills, in areas with higher drainage density than common. The map was divided in four domains (I, II, III and IV) based on the degree of fluvial dissection along the area and on geographical distribution. The domains I and IV have more common features of Barreiras Formation; the domain II is associated with a transition area, with an average degree of dissection, while the domain III is represented by a relief of hills with more acute tops and high degree of dissection. This geomorphologic variation may be related to the action of neotectonic events.

Keywords: Barreiras Formation, Cenozoic, Southeastern Brazil

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 3.1: Localização da área de estudo e principais estradas de acesso. Imagens Google Earth, 2014_____ | 3 |
| Figura 3.2: Mapa hipsométrico sobre modelo digital de elevação da área de estudo (fonte do MDE: http://srtm.csi.cgiar.org). Na legenda, é apresentada uma equivalência aproximada com as três principais unidades geomorfológicas indicadas por Martin <i>et al.</i> (1997). Modificado de Ribeiro (2010)_____ | 4 |
| Figura 3.3: Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil, segundo Riccomini <i>et al.</i> (2004)_____ | 6 |
| Figura 3.4: Mapa geológico da área de estudo (Silva & Cunha, 2001)_____ | 9 |
| Figura 3.5: 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_ | 11 |
| Figura 3.6: Contornos da Formação Barreiras segundo Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010) _____ | 13 |
| Figura 3.7: Contexto geológico regional do <i>Rift</i> Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) - Riccomini <i>et al.</i> (2004)_____ | 15 |
| Figura 3.8: Quadro dos eventos neotectônicos reconhecidos em diferentes áreas do Sudeste do Brasil (Brêda, 2012)_____ | 16 |
| Figura 4.1: Imagem <i>GeoCover</i> da área de estudo_____ | 17 |
| Figura 4.2: <i>Hillshade</i> gerado a partir do Modelo Digital de Elevação da área de estudo, a partir de imagens ALOS_____ | 18 |
| Figura 4.3: <i>Hillshade</i> com fonte luminosa a 045°, à esquerda, e a 315°, à direita, representando a morfologia da Formação Barreiras e a sua dissecação fluvial_____ | 20 |
| Figura 4.4: <i>Hillshade</i> com fonte luminosa a 045°, à esquerda, e a 315°, à direita, representando a morfologia do embasamento adjacente aos tabuleiros da Formação Barreiras e sua dissecação fluvial_____ | 20 |
| Figura 4.5: <i>Hillshade</i> com fonte luminosa a 045°, à esquerda, e imagem <i>GeoCover</i> , à direita, representando a planície quaternária fluvial do rio Paraíba do Sul, a sul da área de estudo, com a confluência do rio Muriaé_____ | 20 |
| Figura 4.6: Imagem do <i>Google Earth</i> da porção setentrional da área de estudo, com um retângulo representando uma porção duvidosa e um marcador no possível afloramento. Fonte: Imagem Landsat; Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO; Imagem 2014 DigitalGlobe do Google Earth_____ | 21 |
| Figura 4.7: Imagem do <i>Google Earth</i> de parte da porção citada na Figura 4.6, com um marcador no possível afloramento encontrado na própria imagem. Fonte: Imagem 2014 DigitalGlobe do Google Earth_____ | 22 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.8: Distribuição dos pontos de campo levantados neste trabalho e os pontos descritos por Ribeiro (2010) | 23 |
| Figura 5.1: A) Vista panorâmica do relevo de colinas mais dissecadas, relacionadas ao embasamento pré-cambriano - ponto MC-CZ-11, localizado nas proximidades de Morro do Coco; B) Vista panorâmica do relevo de colinas suaves, com baixo a médio grau de dissecção, típico da Formação Barreiras – ponto TR-CZ-09, próximo à localidade de Ribeiro do Amaro. | 25 |
| Figura 5.2: Aspectos dos depósitos da Formação Barreiras na área de estudo. | 26 |
| Figura 5.3: Afloramento bastante intemperizado apresentando o contato entre depósitos da Formação Barreiras com rochas do embasamento pré-cambriano (identificadas pela preservação da foliação metamórfica com atitude semi-vertical) - ponto MC-CZ-01. | 27 |
| Figura 5.4: Crosta ferruginosa da Formação Barreiras - ponto BS-CZ-20. | 27 |
| Figura 5.5: Mapa de distribuição da Formação Barreiras na região entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana. O mapa está representado sobre o <i>hillshade</i> da área (Figura 4.2). | 28 |
| Figura 5.6: Mapa de distribuição da Formação Barreiras na região entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana, sendo realçadas as orientações dos contatos com o embasamento (em vermelho). O mapa está representado sobre o <i>hillshade</i> da área (Figura 4.2). | 29 |
| Figura 5.7: Comparação entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas elaborados por Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010). | 31 |
| Figura 5.8: Compartimentação do mapa da distribuição da Formação Barreiras entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana em quatro domínios (I, II, III e IV), com base no grau de dissecção fluvial. | 32 |
| Figura 5.9: Mapa de parte do Domínio I, com destaque para as ocorrências de rochas do Complexo Paraíba do Sul dentro do contorno da Formação Barreiras. | 33 |
| Figura 5.10: Porção noroeste do Domínio I, destacando as ocorrências isoladas da Formação Barreiras. | 34 |
| Figura 5.11: Lajes de embasamento em alta encosta, próximo à Vila Nova de Campos. | 34 |
| Figura 5.12: Porção oeste do Domínio I, de maior complexidade para a definição do limite da Formação Barreiras com o embasamento, devido à variação morfológica deste, incluindo setores muito aplainados. | 35 |
| Figura 5.13: Parte do Domínio I com ocorrências isoladas do Complexo Paraíba do Sul e, em vermelho, demarcada a possível ocorrência desta mesma unidade. | 36 |
| Figura 5.14: Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio I entre o mapa proposto neste trabalho e os mapas elaborados por Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010). | 36 |

- Figura 5.15:** Contorno principal da Formação Barreiras no Domínio II limitado pelo rio Guaxindiba, quando em sua orientação E-W, com destaque, ainda, para algumas ocorrências isoladas dentro do compartimento de rochas pré-cambrianas._____ 37
- Figura 5.16:** Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio II entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010)._____ 38
- Figura 5.17:** Afloramento na porção média/alta encosta de colina suave, marcando o contato entre o embasamento e a Formação Barreiras - ponto BS-CZ-12._____ 39
- Figura 5.18:** Imagem da porção mais a oeste do Domínio III, em que a Formação Barreiras apresenta alto grau de dissecação fluvial e associada a colinas mais agudas._____ 40
- Figura 5.19:** Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio III entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010)._____ 41
- Figura 5.20:** Parte central do afloramento da Formação Barreiras no ponto MC-CZ-01, destacando-se o deslocamento por falha das camadas sedimentares._____ 42
- Figura 5.21:** Porção central afloramento da Formação Barreiras no ponto MC-05 (descrito por Ribeiro, 2010)._____ 42
- Figura 5.22:** Imagens do ponto TR-CZ-03. À esquerda, pode-se ver a ravina onde está o afloramento da Formação Barreiras, na imagem da direita._____ 42
- Figura 5.23:** Porção oeste do Domínio IV, com o afloramento TR-CZ-09 representado, e as ocorrências isoladas, delimitadas com base nos pontos de Ribeiro (2010)._____ 43
- Figura 5.24:** Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio IV entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010)._____ 44
- Figura 5.25:** Parte do afloramento da Formação Barreiras no ponto TR-CZ-09. Nesta imagem é possível ver o contato com o embasamento e a espessura do Barreiras._____ 45

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 2 |
| 3. ÁREA DE ESTUDO | 3 |
| 3.1. Localização e Acessos | 3 |
| 3.2. Geomorfologia | 4 |
| 3.3. Geologia Regional | 5 |
| 3.3.1. Embasamento | 7 |
| 3.3.1.1. Complexos Gnaissicos | 7 |
| 3.3.1.2. Suítes Intrusivas | 7 |
| 3.3.1.3 Granitoide Pós-Tectônico | 8 |
| 3.3.2. Evolução Tectonossedimentar Mesozoica/Cenozoica | 10 |
| 3.3.2.1. Bacia de Campos | 10 |
| 3.3.2.2. Formação Barreiras | 12 |
| 3.3.2.3. Sedimentação Quaternária | 14 |
| 3.3.2.4. Evolução Neotectônica | 14 |
| 4. METODOLOGIA | 17 |
| 5. RESULTADOS | 24 |
| 5.1. Aspectos Geomorfológicos e de Campo | 24 |
| 5.2. Mapa de Distribuição da Formação Barreiras | 28 |
| 5.2.1. Domínio I | 32 |
| 5.2.2. Domínio II | 37 |
| 5.2.3. Domínio III | 39 |
| 5.2.4. Domínio IV e Ocorrências Isoladas Adjacentes | 43 |
| 6. CONCLUSÃO | 46 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |
| APÊNDICE 1 – MAPA DE PONTOS IDENTIFICADOS | |
| APÊNDICE 2 – TABELA DE PONTOS IDENTIFICADOS | |
| APÊNDICE 3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS IMAGENS | |

1. INTRODUÇÃO

A Formação Barreiras consiste em uma unidade sedimentar aflorante em grande parte da região costeira brasileira, desde o Amapá até o Rio de Janeiro, datada do Mioceno-Plioceno segundo Arai *et al.* (1988) e Lima *et al.* (2008). Essa vasta distribuição atribui importância para a unidade, considerada como um marco estratigráfico para a compreensão e correlação dos eventos sedimentares e tectônicos cenozoicos nas bacias sedimentares marginais brasileiras. Esta unidade estratigráfica apresenta-se associada a formas de relevo de tabuleiros e colinas suaves de topo plano, sendo facilmente notada no litoral do nordeste brasileiro como falésias de vários metros de altura.

A maior distribuição da Formação Barreiras está no norte e no nordeste do Brasil. Já na região Sudeste esses depósitos estão distribuídos de forma mais restrita, conforme documentado nos mapas elaborados por Martin *et al.* (1997), Silva & Cunha (2001), Bizzi *et al.* (2003), Ribeiro (2010) e Brêda (2012). No estado do Espírito Santo, a unidade aflora em larga escala na porção norte até a região de Vitória e, para sul, ocorre de forma esparsa e restrita até a região de Itapemirim, onde aparece uma nova concentração da unidade, quase até o rio Itabapoana, na divisa com o estado do Rio de Janeiro (Martin *et al.*, 1997; Ribeiro, 2010). No estado do Rio de Janeiro, a Formação Barreiras aflora principalmente na planície costeira da região Norte Fluminense, com duas principais porções: a maior, entre os rios Itabapoana e Paraíba do Sul, na região de São Francisco de Itabapoana e Campos dos Goytacazes (Martin *et al.*, 1997; Ribeiro, 2010) e a outra, mais a sul, na região de Quissamã e Carapebus (Martin *et al.*, 1997; Brêda, 2012). Além disso, ainda são encontrados depósitos dispersos desde Macaé até Búzios (Brêda, 2012).

Segundo Morais (2001; 2007) e Morais *et al.* (2006), os depósitos da Formação Barreiras na região sudeste são compostos predominantemente por arenitos, maciços ou com estratificação cruzada acanalada, com níveis conglomeráticos, em pacotes de geometrias tabulares ou lenticulares extensas, intercalados com lamitos. A gênese dessa unidade está associada, principalmente, a sistemas deposicionais fluviais.

Ribeiro (2010) e Brêda (2012), com base na interpretação de imagens SRTM, produziram mapas da distribuição da Formação Barreiras desde a região de Búzios (RJ) até a região de Linhares (ES), e associaram a compartimentação dos depósitos desta

unidade no Sudeste do Brasil ao controle da tectônica cenozoica deformadora. Estas mesmas autoras destacam que, na maioria dos casos, os depósitos da Formação Barreiras estão em contato com rochas do embasamento bastante intemperizadas, havendo certa dificuldade na delimitação de seus limites.

A possibilidade de utilização de imagens de satélite de alta resolução (imagens ALOS) e as discrepâncias entre os mapas da Formação Barreiras disponíveis motivaram a realização do presente estudo de mapeamento detalhado da Formação Barreiras na região Norte Fluminense. Um grande incentivo para o desenvolvimento deste estudo foi a realização dos trabalhos de atualização do mapa geológico do estado do Rio de Janeiro na escala 1:400.000, conduzidos pela UERJ, no âmbito do programa PRONAGEO/CPRM.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo principal a delimitação, na escala 1:25.000, da Formação Barreiras na região entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana, no Norte Fluminense, na área emersa da bacia de Campos.

Foram adotados dois objetivos específicos:

- detalhar o contorno da Formação Barreiras em seu contato com o embasamento, o que constituiu o desafio maior do mapeamento realizado, em virtude das rochas do embasamento se encontrarem bastante alteradas na região do contato e sob uma morfologia de colinas suaves; e
- distinguir os terrenos da Formação Barreiras dos sedimentos quaternários fluviais e costeiros.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e Acessos

A área de estudo localiza-se na região norte do estado do Rio de Janeiro e está limitada pelos rios Paraíba do Sul e Itabapoana, entre a cidade de Campos dos Goytacazes e a divisa com o estado do Espírito Santo, englobando o município de São Francisco de Itabapoana (Figura 3.1). A área abrange a maior ocorrência dos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro e está situada em parte da porção emersa da bacia de Campos.

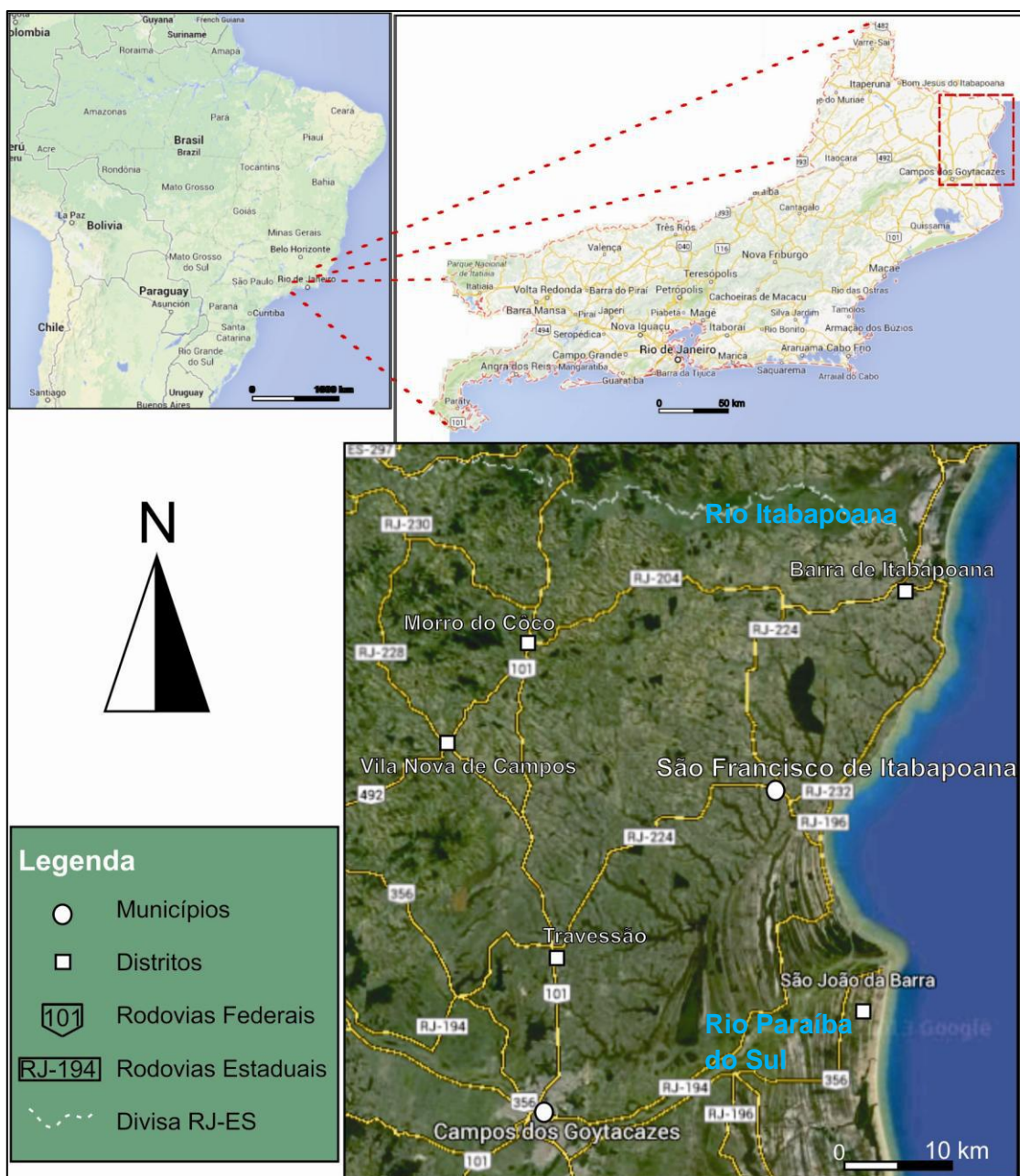


Figura 3.1: Localização da área de estudo e principais estradas de acesso. Imagens Google Earth, 2014.

A principal via de acesso para a área de estudo corresponde à rodovia BR-101, que corta a área de norte a sul, próximo a seu limite oeste e a partir da qual há várias rodovias estaduais que atravessam a área, em especial as rodovias RJ-204 e a RJ-224 (Figura 3.1). Todas as rodovias citadas apresentam ligações com estradas menores, algumas não pavimentadas, que dão acesso a quase todas as regiões da área estudada.

3.2 Geomorfologia

De acordo com Martin *et al.* (1997), a região estudada pode ser dividida em três unidades geomorfológicas (Figura 3.2): Região Serrana, Platô Terciário e Planície Quaternária.

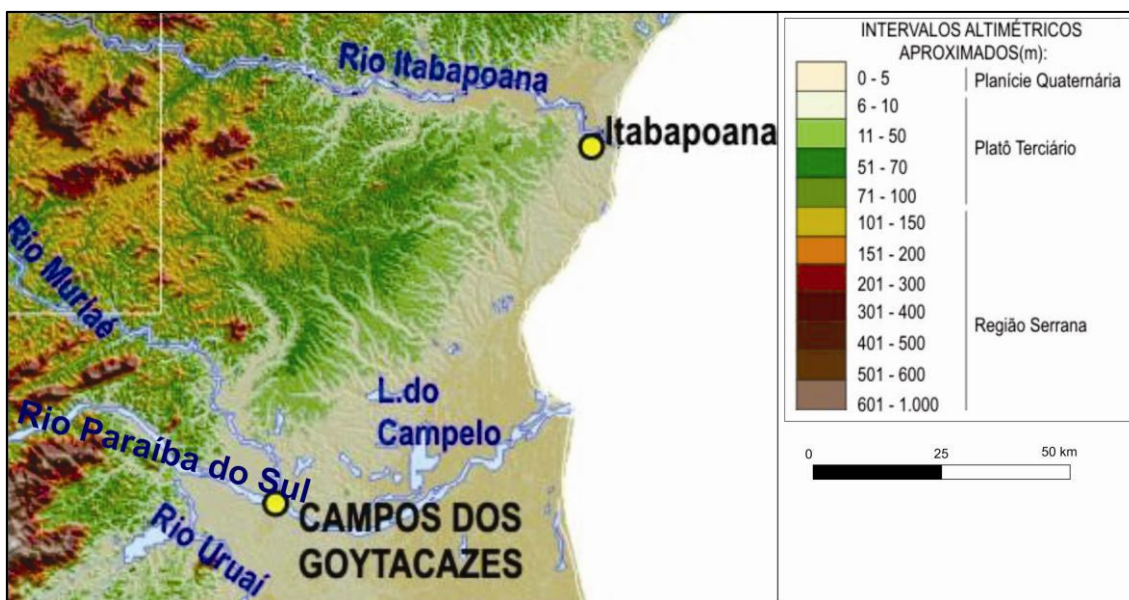


Figura 3.2: Mapa hipsométrico sobre modelo digital de elevação da área de estudo (fonte do MDE: <http://srtm.csi.cgiar.org>). Na legenda, é apresentada uma equivalência aproximada com as três principais unidades geomorfológicas indicadas por Martin *et al.* (1997). Modificado de Ribeiro (2010).

A Região Serrana é caracterizada por relevo de serras e morros, com topos agudos e alto grau de dissecação, ocorrendo alguns maciços mais elevados e orientados. Essa unidade geomorfológica é associada ao embasamento pré-cambriano (rochas dos complexos metamórficos e suítes intrusivas), que se encontra em contato com a Formação Barreiras.

Os Tabuleiros Costeiros (conhecidos também como Platô Terciário) correspondem a um relevo plano, com colinas de topos suaves e grau de dissecação de médio a baixo, estando associados à Formação Barreiras. Encontram-se entre a Região Serrana e a Planície Quaternária, fazendo uma espécie de aplainamento gradual, à medida que se aproxima desta última.

Entre a Região Serrana e os Tabuleiros Costeiros há uma área de transição, caracterizada por colinas suavemente onduladas, um pouco mais dissecadas do que o tabuleiros, compostas por rochas do embasamento profundamente intemperizadas, dificultando a identificação precisa do limite entre os domínios litológicos do embasamento e da Formação Barreiras.

A Planície Quaternária ou Costeira é a unidade geomorfológica mais plana e com menor altitude dentre as três citadas. É constituída por sedimentos quaternários fluviais, deltaicos, marinhos e costeiros e distribui-se de forma descontínua entre o Oceano Atlântico e os Tabuleiros Costeiros, adentrando no Platô por grandes vales de rios. Sua maior concentração está no complexo deltaico do rio Paraíba do Sul, onde se pode ver faixas de cordões arenosos desenvolvidos ao largo da desembocadura do rio.

3.3 Geologia Regional

O estado do Rio de Janeiro está situado no segmento central da Província Mantiqueira, inserido no contexto geológico da Faixa Móvel Ribeira. Durante o Ciclo Brasileiro, no decorrer da amalgamação do paleocontinente Gondwana Ocidental, ocorreram sucessivas colisões entre microplacas e placas tectônicas e arcos de ilha, responsáveis pela formação desse complexo orogênico neoproterozoico (Heilbron *et al.*, 2004).

A Faixa Ribeira, ou Cinturão Ribeira, apresenta um *trend* estrutural principal de direção NE-SW e pode ser subdividido em quatro terrenos tectonoestratigráficos, imbricados para NW-W em direção ao Cráton São Francisco: Cabo Frio, Oriental, Paraíba do Sul e Ocidental (Heilbron *et al.*, 2004). Os três primeiros terrenos foram amalgamados há cerca de 580 Ma (Machado *et al.*, 1996; Heilbron & Machado, 2003 *apud* Peixoto & Heilbron, 2010), e o Terreno Cabo Frio se juntou a eles há cerca de 520 Ma (Schmitt *et al.* 2004 *apud* Peixoto & Heilbron, 2010), culminando na aglutinação do

paleocontinente. De acordo com Heilbron *et al.* (2004), a área de estudo está inserida no Terreno Oriental (principalmente no Domínio Costeiro, mas também no Arco Magmático Rio Negro) – Figura 3.3.

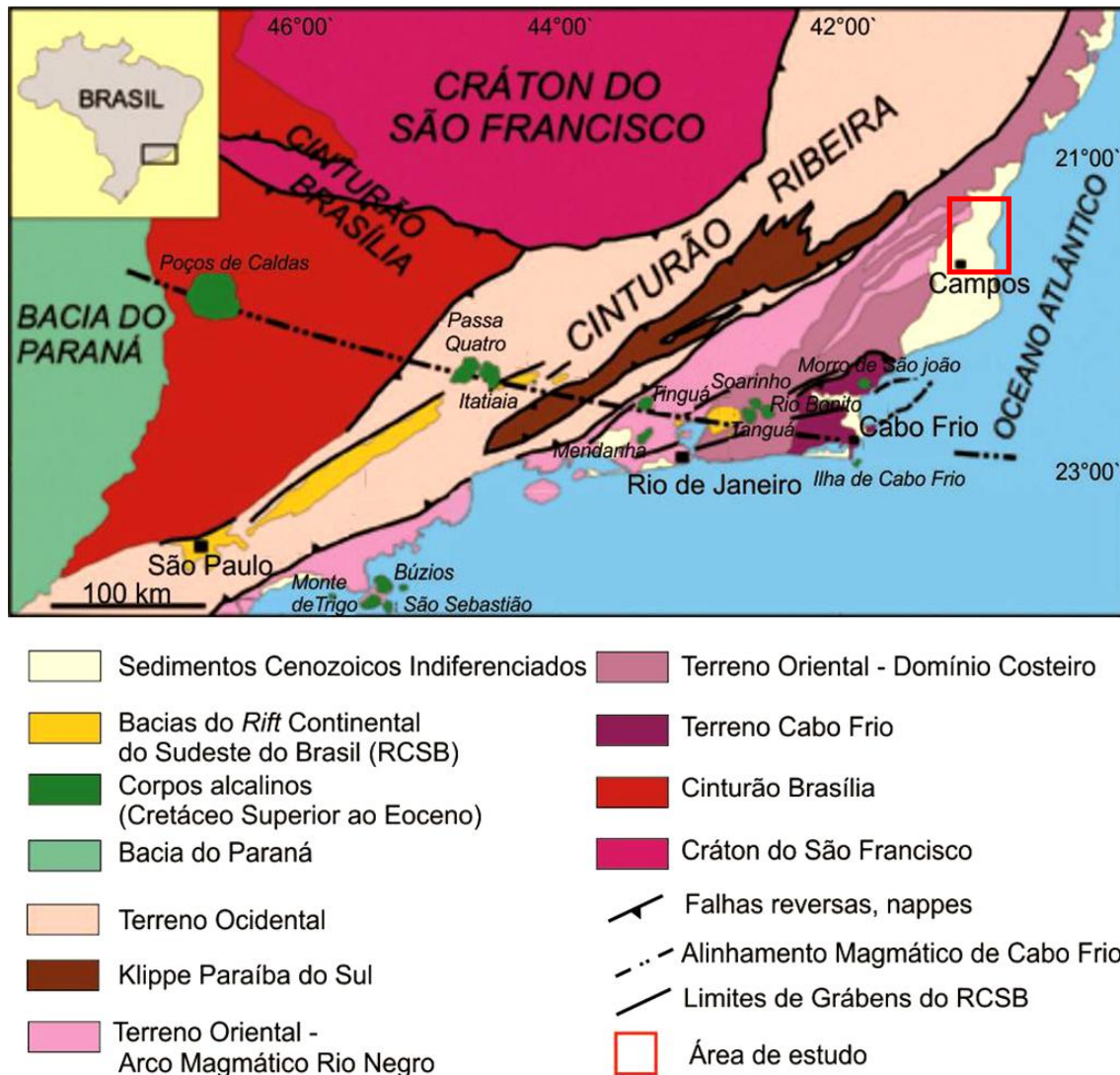


Figura 3.3: Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil, segundo Riccomini *et al.* (2004).

A área de estudo pode ser dividida em dois conjuntos geológicos principais: o embasamento pré-cambriano e os terrenos sedimentares cenozoicos. O primeiro é composto por complexos gnaissicos e suítes intrusivas e está associado à unidade geomorfológica Região Serrana. O segundo é constituído por depósitos sedimentares da Formação Barreiras e pelas planícies quaternárias, as quais são muito bem desenvolvidas na área, devido à foz do rio Paraíba do Sul.

3.3.1 Embasamento

3.3.1.1 Complexos Gnaissicos

Segundo o mapa geológico do Rio de Janeiro (Silva & Cunha, 2001), a Unidade São Fidélis do Complexo Paraíba do Sul aflora em ampla extensão adjacente à região de maior interesse da área de estudo e, pouco mais distante, tem-se a Unidade Italva do mesmo Complexo (Figura 3.4).

- **Unidade Italva (Complexo Paraíba do Sul):** mármores tectonicamente imbricados com granada-biotita-sillimanita gnaisses quartzo-feldspáticos a quartzo anfibólio-clinopiroxênio gnaisses (rochas calcissilicáticas). São produtos de alto grau de metamorfismo de sedimentos químicos marinhos (Silva & Cunha, 2001).

- **Unidade São Fidélis (Complexo Paraíba do Sul):** a unidade 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. Em alguns casos, ocorrem intercalações de quartzitos, rochas metacarbonáticas e calcissilicáticas, além de corpos de anfibolitos e concentrações magnésíferas (Silva & Cunha, 2001).

3.3.1.2 Suítes Intrusivas

Na área de estudo afloram as suítes neoproterozoicas Desengano, Bela Joana e Angelim, caracterizadas como granitoides tardicolisionais (Silva & Cunha, 2001).

- **Suíte Desengano:** granitos tipo-S, com granada, muscovita e biotita, de granulação grossa, texturas granoblástica e porfirítica, com forte foliação transcorrente. Pode-se observar, em alguns casos, domínios charnockíticos portadores de granada e ortopiroxênio e, com certa frequência, xenólitos e restitos de paragneisses parcialmente fundidos (migmatitos de injeção). São plútons sintectônicos associados a um regime transpressivo dextral, de direção NE-SW.

- **Suíte Bela Joana:** granito tipo C, granada-hornblenda-clinopiroxênio-ortopiroxênio charnockito de granulação grossa, textura magmática equigranular a porfirítica preservada, isotrópico a foliado, associado a enderbito e norito.

- **Suíte Angelim:** granada-hornblenda-biotita tonalito a granito com textura porfirítica (porfioclástica) e forte foliação transcorrente. Suíte mista envolvendo domínios peraluminosos de granito tipo S, ricos em granada, e domínios metaluminosos tipo I, ricos em hornblenda não discriminados.

3.3.1.3 Granitoide pós-tectônico

Na área de estudo aflora o Granito Morro do Coco, caracterizado como granitoide pós-tectônico (Silva & Cunha, 2001).

- **Granito Morro do Coco:** (hornblenda)-biotita granitoide do tipo-I, de granulação fina a média, textura equigranular a porfirítica localmente com foliação de fluxo magmático preservado. Ocorre como corpos tabulares, diques, *stocks* e pequenos batólitos cortando as rochas regionais, assim como plútons homogêneos, algumas vezes com evidências de magma *mingling* e *mixing*. Fases aplíticas tardias são abundantes.

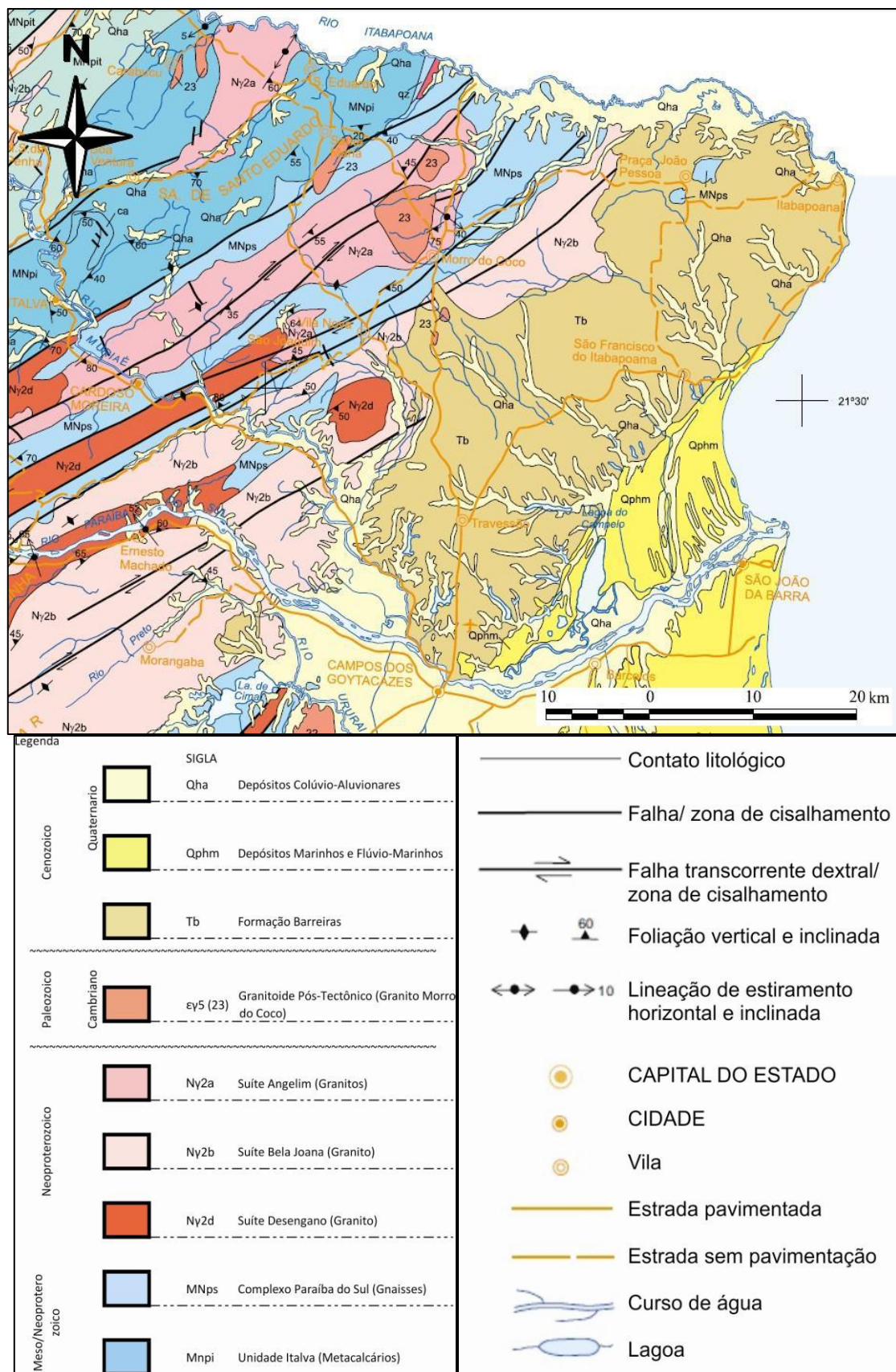


Figura 3.4: Mapa geológico da área de estudo (Silva & Cunha, 2001).

3.3.2 Evolução Tectonossedimentar Mesozoica/Cenozoica

As unidades sedimentares cenozoicas aflorantes na área (Formação Barreiras e depósitos quaternários) estão hospedados no topo da coluna estratigráfica da bacia de Campos, cuja formação se deu no fim do Mesozoico. A evolução tectônica da área de estudo pode ser relacionada a alguns eventos tectônicos cenozoicos que compõem o contexto do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil.

3.3.2.1 Bacia de Campos

A bacia de Campos é classificada como de margem continental divergente, assim como as demais bacias sedimentares da margem continental brasileira, relacionando a sua evolução aos movimentos distensivos resultantes na separação dos continentes africano e sul-americano, iniciados no Jurássico/Cretáceo Inicial. A bacia em questão está localizada na região oceânica adjacente ao litoral norte do estado do Rio de Janeiro e sul do estado do Espírito Santo, e seus limites estruturais correspondem aos altos de Cabo Frio (RJ), a sul, e de Vitória (ES), a norte.

Devido ao grande interesse econômico nessa bacia, existem diversos estudos sobre sua evolução tectono-estratigráfica. A proposta mais recente foi apresentada por Winter *et al.* (2007), que dividiram a bacia em três fases tectônicas: Rife, Pós-Rife e Drifte, como mostra a Figura 3.5.

A Fase Rife se deu do Hauteriviano até o início do Aptiano e nesse período depositaram-se sedimentos continentais (conglomerados, arenitos, siltitos e folhelhos avermelhados e carbonatos lacustres) sobre os basaltos da Formação Cabiúnas. Já no final do Aptiano, inicia-se a Fase Pós-Rife e a sedimentação marca um ambiente transicional (lagunar a marinho restrito). Na Fase Drifte da bacia, desde o Albiano até o Recente, ocorrem sedimentações associadas a ambientes desde plataforma rasa até marinho profundo, sendo marcada por episódios transgressivo e regressivo. Durante o Cenozoico, a tendência é predominantemente regressiva. A bacia passou por cinco fases de magmatismo: Aptiano-Albiano, Santoniano-Campaniano, Cretáceo-Paleógeno, Eoceno inicial e Eoceno médio; além das rochas vulcânicas da Fase Rife da Formação Cabiúnas (Winter *et al.*, 2007).

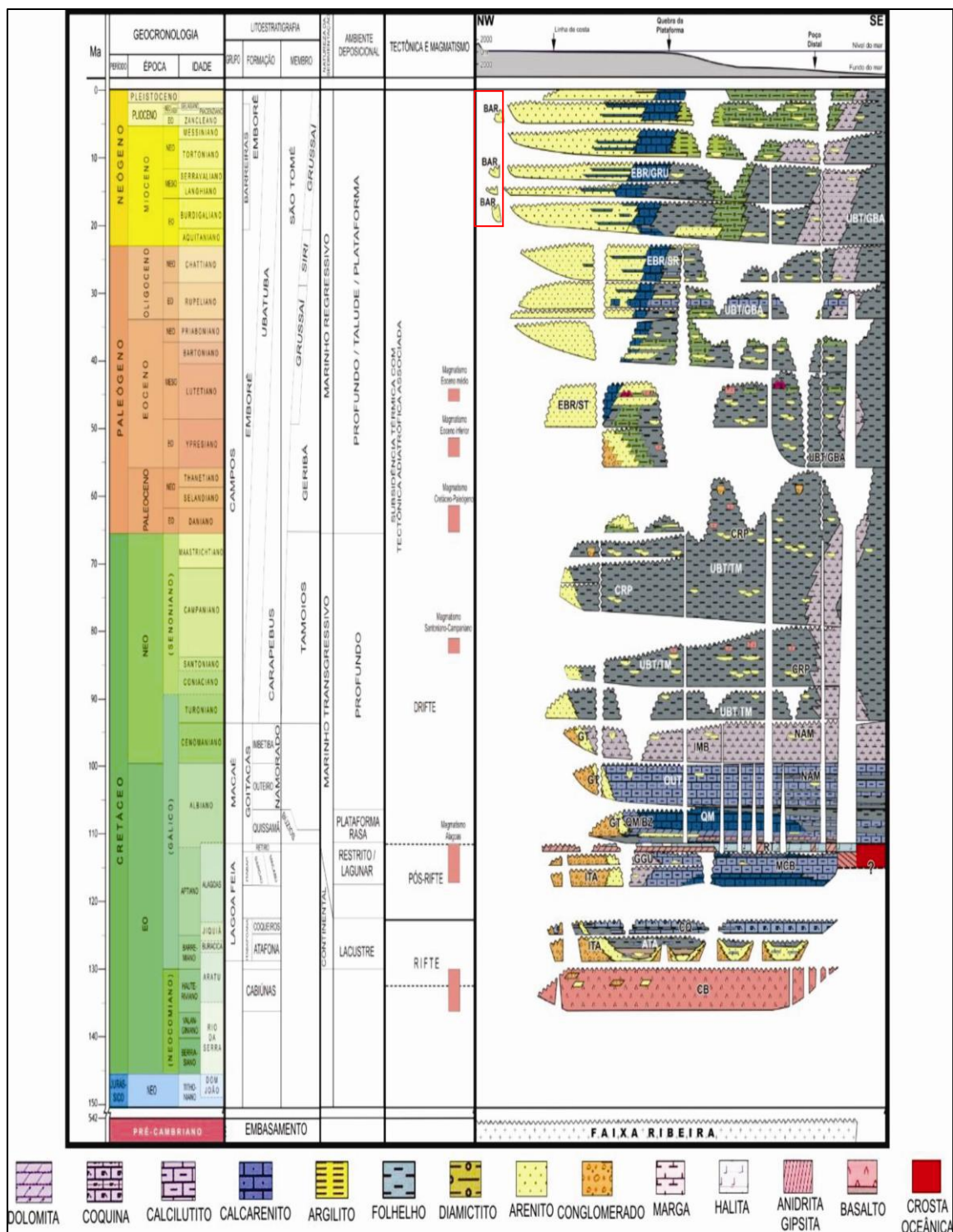


Figura 3.5: Coluna estratigráfica da bacia de Campos (Winter *et al.*, 2007). Destaque para o registro da Formação Barreiras (Neógeno) na área emersa da bacia.

A Formação Barreiras (Mioceno-Plioceno) está situada apenas na porção emersa da bacia de Campos e é composta essencialmente por arenitos, geralmente bastante ferruginizados, com lamitos intercalados. É associada à deposição em ambiente fluvial entrelaçado, com contribuições de leques aluviais (Morais, 2001; Morais *et al.*, 2006; Winter *et al.*, 2007; Brêda, 2012).

3.3.2.2 Formação Barreiras

A Formação Barreiras encontra-se dispersa ao longo da costa do estado do Rio de Janeiro. Sua maior concentração está localizada a norte do rio Paraíba do Sul, desde o município de Campos dos Goytacazes até a divisa com o estado do Espírito Santo, exatamente na área de estudo deste trabalho. Há também depósitos significativos na região de Quissamã, a sul do rio Paraíba do Sul, e alguns registros mais esparsos de Macaé até a região dos Lagos Fluminenses (Silva & Cunha, 2001; Brêda, 2012).

Segundo Morais (2001) e Morais *et al.* (2006), a Formação Barreiras, entre Quissamã e a divisa com o Espírito Santo, apresenta predomínio de depósitos de arenitos maciços ou com estratificação cruzada acanalada, intercalados a lamitos argilosos e arenosos, com poucas camadas conglomeráticas. Essa sucessão sedimentar foi interpretada como de ambiente fluvial entrelaçado distal, com participação de fluxos gravitacionais. Morais (2001) ainda destaca a atuação de atividades tectônicas sin e pós-deposicionais na região, associadas ao desnivelamento de crostas ferruginosas, deslocamento de camadas e presença de falhas normais de direção NE-SW a NW-SE afetando alguns depósitos.

A maioria dos mapas geológicos elaborados para o estado do Rio de Janeiro apresentam divergências quanto aos contornos da Formação Barreiras, o que evidencia a dificuldade de identificação e mapeamento dessa unidade. Os mapas apresentados por Silva & Cunha (2001, escala 1:500.000) e por Ribeiro (2010, escala 1:250.000) apresentam diferenças importantes. As maiores divergências entre os contornos estão nas regiões norte, centro-oeste e sudoeste da área (Figura 3.6), justamente no contato com o embasamento. Ribeiro (2010), em geral, aumenta a extensão da Formação Barreiras nessas regiões, mas também a reduz em outras localidades. Os limites com a planície quaternária, próximo à foz do rio Paraíba do Sul, se assemelham, devido à maior facilidade em se distinguir tais unidades nas imagens aéreas.

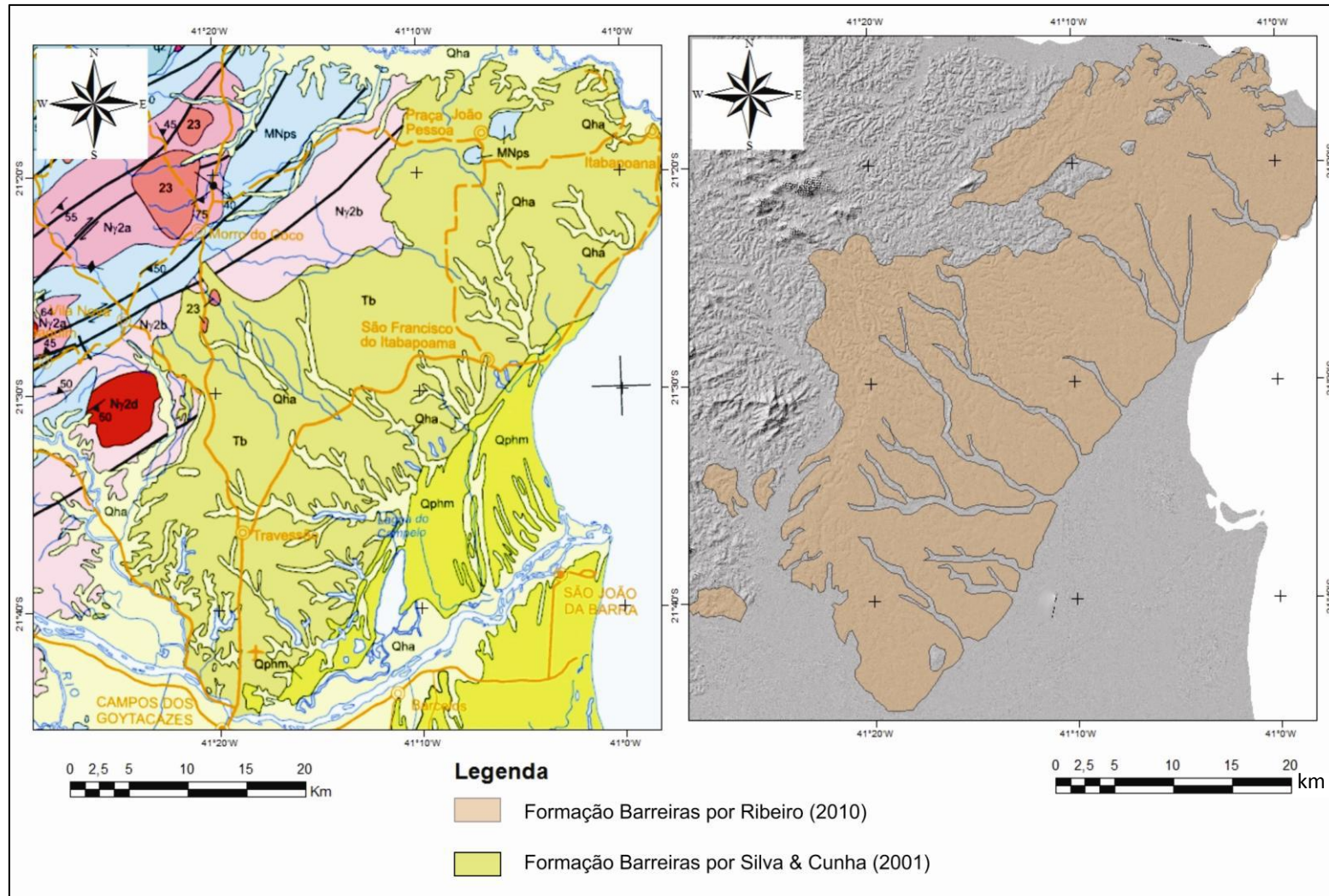


Figura 3.6: Contornos da Formação Barreiras segundo Silva & Cunha (2001, escala 1:500.000) e Ribeiro (2010, escala 1:250.000). Obs.: a legenda completa do mapa de Silva & Cunha (2001) está na Figura 3.4.

3.3.2.3 Sedimentação Quaternária

Os depósitos quaternários na região costeira do sudeste do Brasil, segundo Martin *et al.* (1997), são formados por depósitos marinhos (em feições de terraços pleistocênicos e holocênicos), depósitos lagunares holocênicos e depósitos continentais holocênicos.

- **Depósitos marinhos pleistocênicos:** são constituídos por sedimentos arenosos brancos em superfície e castanhos em profundidade, com estratificação cruzada de baixo ângulo e estratificação do tipo espinha de peixe. Essa coloração mais escura se deve à impregnação por matéria orgânica. São encontrados tubos fossilizados da espécie *Callichirus*, artrópodes marinhos com habitat em zona de maré baixa, o que evidenciou a origem marinha rasa desses depósitos.

- **Depósitos marinhos holocênicos:** são compostos por areias brancas, às vezes contendo grandes quantidades de conchas e apresentando alinhamentos de cristas praias. São bem desenvolvidos na planície costeira da desembocadura do rio Paraíba do Sul, ocorrendo de maneira contínua ao longo do litoral.

- **Depósitos lagunares holocênicos:** siltitos e arenitos argilosos, ricos em matéria orgânica e conchas de moluscos. Esses depósitos situam-se nas zonas rebaixadas separando os terraços arenosos ou nos cursos inferiores de grandes vales não preenchidos por sedimentos fluviais. Sua origem pode ser associada à invasão do mar durante a última transgressão, na qual o máximo ocorreu há 5.100 anos.

- **Depósitos continentais holocênicos:** sedimentos arenosos e argilo-arenosos, formados pela sedimentação fluvial que preenche os paleocanais e cursos inferiores de alguns rios da região, e ocorrem bem desenvolvidos nos vales fluviais do rio Paraíba do Sul e principais afluentes.

3.3.2.4 Evolução Neotectônica

Na região Sudeste do Brasil, a maior feição tectônica cenozoica foi denominada por Riccomini (1989) como *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB – Figura 3.7) e definida como um conjunto de hemigrábens paleogênicos, alongados na direção NE, gerados a partir da reativação com caráter distensivo de zonas de cisalhamentos proterozoicas, como a do Paraíba do Sul (ENE-WSW), associadas à evolução da

margem continental (Riccomini *et al.*, 2004). De acordo com Riccomini *et al.* (2004), a evolução do segmento central do RCSB compreendeu três fases deformadoras: 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, holocênica.

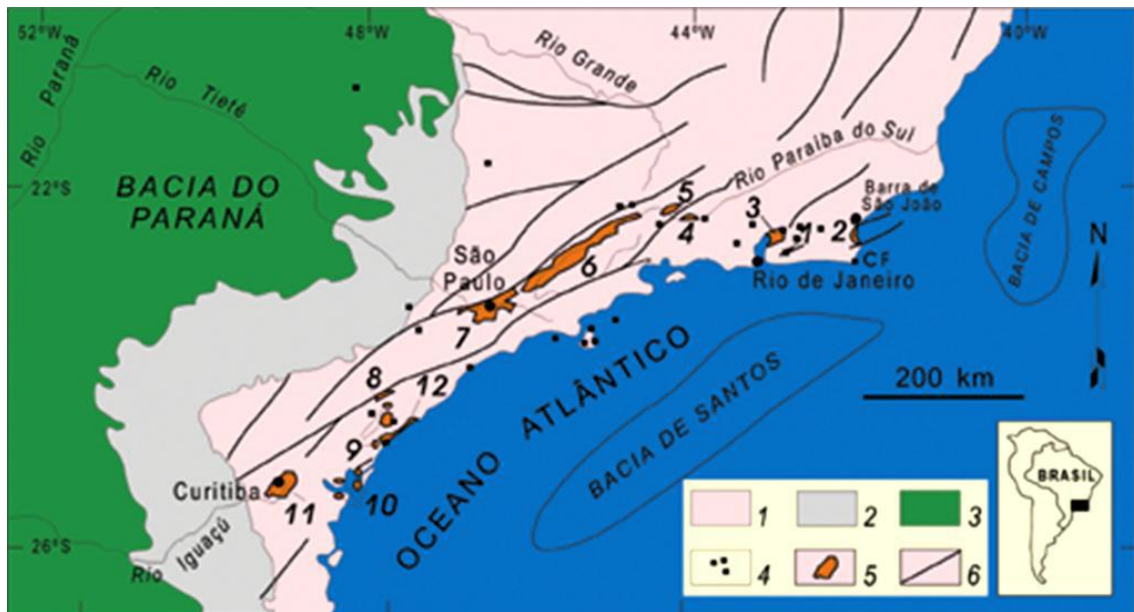


Figura 3.7: Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) - Riccomini *et al.* (2004): 1) embasamento pré-cambriano; 2) rochas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná; 3) rochas vulcânicas toleíticas eocretáceas da Formação Serra Geral; 4) rochas relacionadas ao magmatismo alcalino mesozoico-cenozoico; 5) bacias cenozoicas do RCSB (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. Fonte Riccomini *et al.* (2004).

Eventos tectônicos/neotectônicos correlacionáveis aos definidos por Riccomini *et al.* (2004) foram identificados em outras áreas da região Sudeste do Brasil (Figura 3.8), inclusive afetando os depósitos da Formação Barreiras na porção emersa à bacia de Campos (Tomaz, 2003; Ribeiro, 2010; Brêda, 2012). Duas fases neotectônicas principais são identificadas por diferentes autores em diversas áreas do Sudeste do Brasil:

- evento de transcorrência dextral E-W, de idade Pleistoceno/Holoceno, caracterizado por falhas normais NW-SE e falhas normais WNW-ESE com componente oblíquo dextral;

- evento de distensão NW-SE, de idade holocênica, caracterizado por falhas normais NE-SW e ENE-WSW.

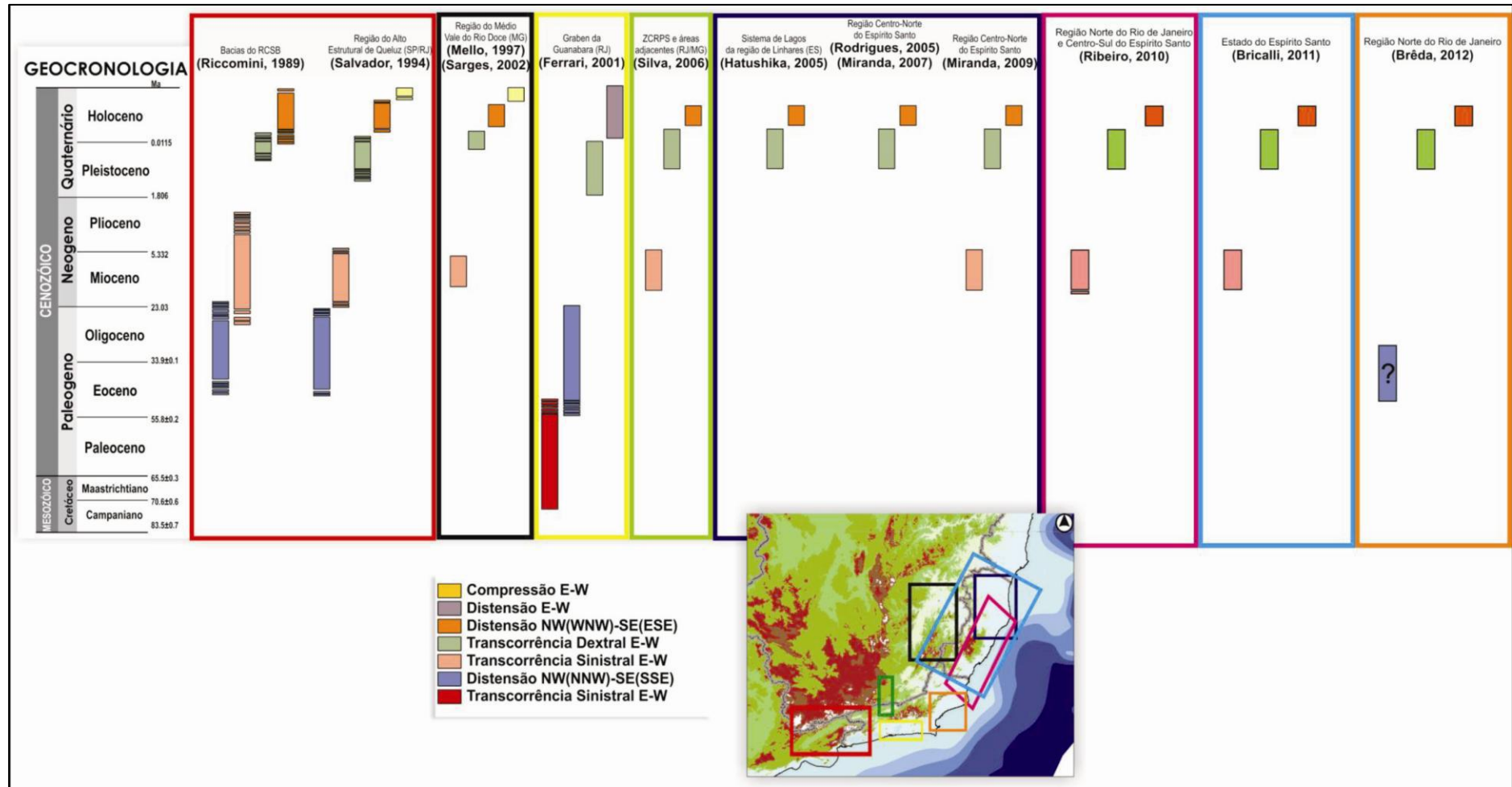


Figura 3.8: Quadro dos eventos neotectônicos reconhecidos em diferentes áreas do Sudeste do Brasil (Brêda, 2012).

4. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram efetuadas quatro etapas principais: análise e fotorinterpretação geológica de imagens aéreas; identificação de possíveis afloramentos em imagens aéreas; trabalhos de campo; e confecção do mapa. Cada etapa exigiu a utilização de materiais específicos para sua execução.

O estudo teve como base imagens aéreas *GeoCover* (Figura 4.1), cedidas pela CPRM, e um modelo digital de elevação (MDE) gerado a partir de imagens de satélite ALOS, de alta resolução espacial, produzido e gentilmente cedido pela Doutoranda (PPGL/IGEO/UFRJ) Sonia Maria Lima Silva. A partir do MDE foram produzidos *hillshades* (Figura 4.2) com diferentes iluminações hipotéticas da superfície. Essa função torna possível a visualização do relevo do terreno, bem como texturas e padrões de drenagens, devido à incidência da luz perpendicular ou oblíqua a sua direção. Neste trabalho foram adotados dois azimutes de iluminação: 045° , ressaltando estruturas de direção próximas a NW-SE; e 315° , ressaltando estruturas de direção próximas a NE-SW. Para todo esse procedimento digital, utilizou-se o *software ArcGIS 10.0 (ESRI)*, que foi utilizado em todo o projeto.

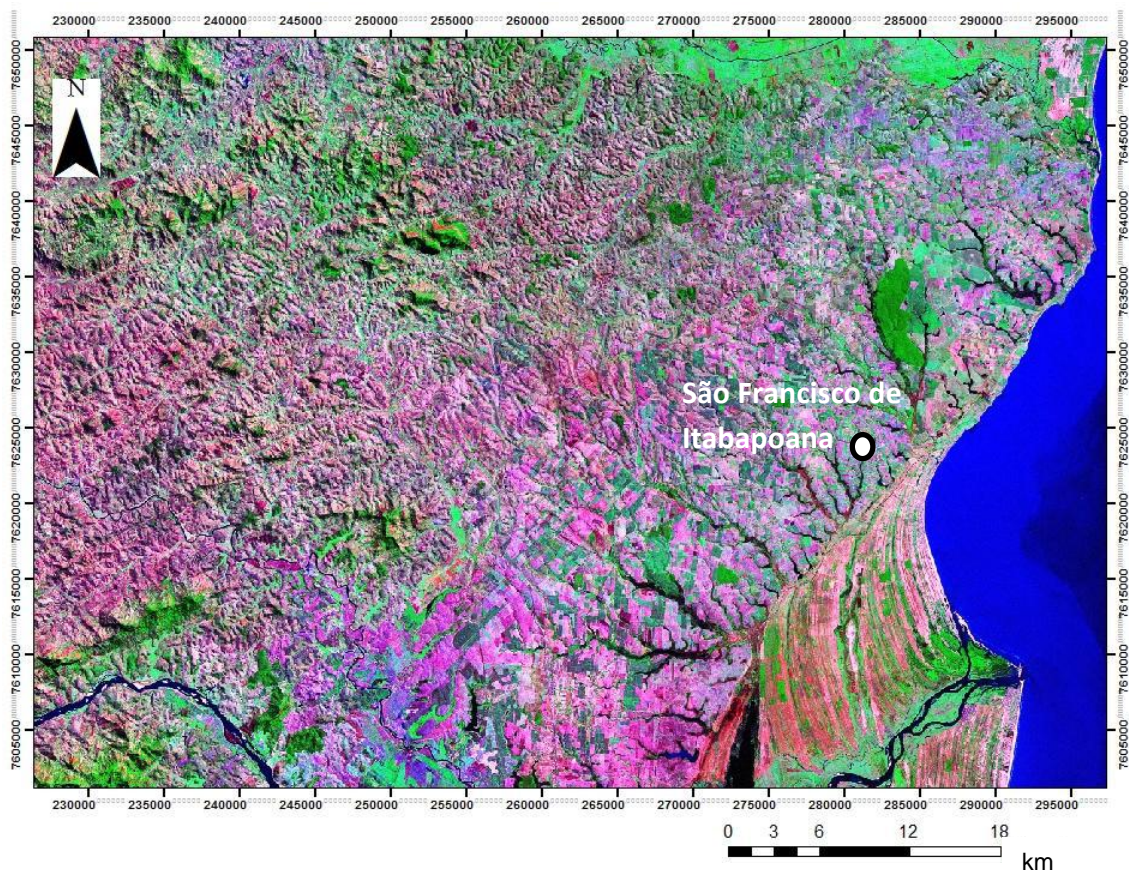


Figura 4.1: Imagem *GeoCover* da área de estudo.

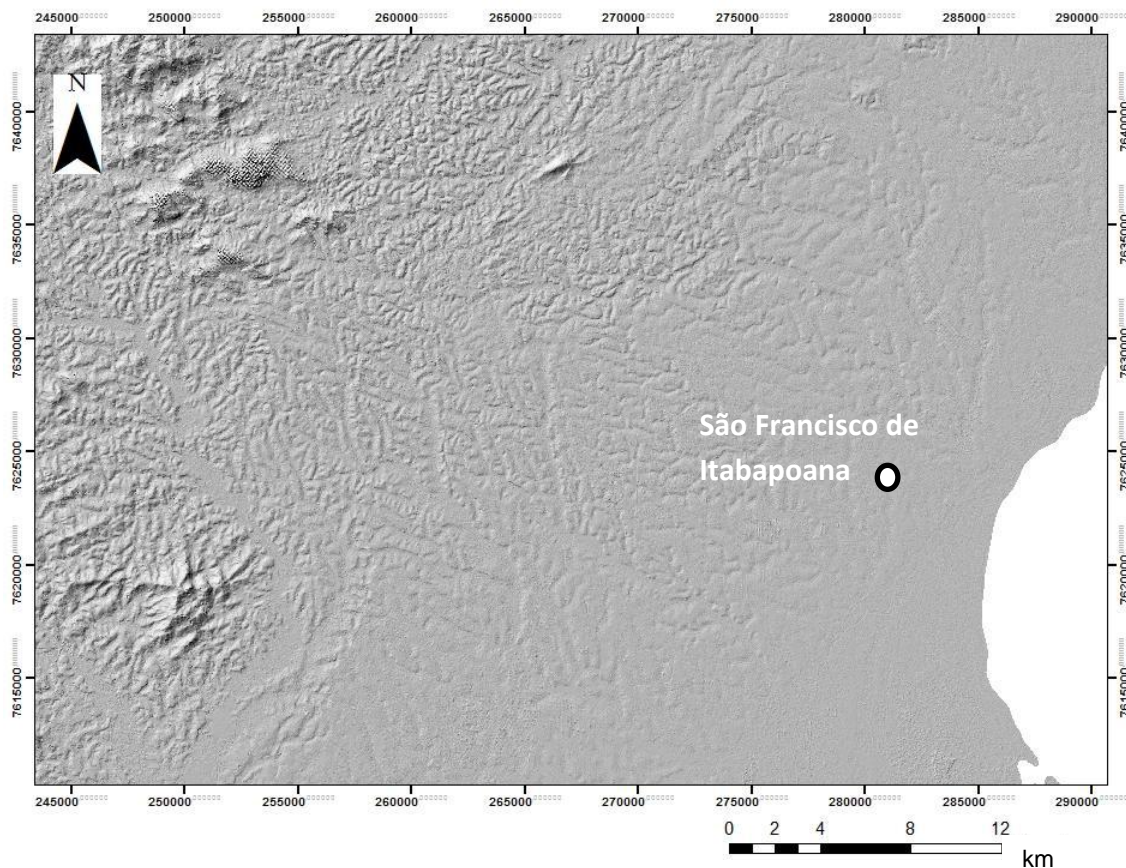


Figura 4.2: *Hillshade* gerado com base no Modelo Digital de Elevação da área de estudo, a partir de imagens ALOS.

Nos trabalhos de campo foram utilizadas cartas topográficas do IBGE (escala 1:50.000), sobre as quais foram marcados os pontos visitados.

A primeira fase do estudo consistiu em analisar e interpretar a morfologia da área a partir da imagem *GeoCover*. Nela, foi possível identificar diferentes formas de relevos e padrões de drenagem, a partir dos quais foi delineado, utilizando o *software ArcGIS 10.0*, um possível contorno da Formação Barreiras. Com base na interpretação efetuada, foi realizado um trabalho de campo de cinco dias para que fossem checadas as áreas de dúvidas, permanecendo dúvidas em algumas áreas de difícil acesso, ou com uma morfologia duvidosa.

O trabalho teve continuidade com a geração do *hillshade* a partir do modelo digital de elevação da área elaborado com as imagens ALOS. Devido a sua maior qualidade e resolução, foi interpretado um novo contorno da Formação Barreiras, utilizando o *software ArcGIS 10.0*, sendo comparado ao contorno anteriormente produzido e ao mapa realizado por Ribeiro (2010). Com base nesse produto, muitas dúvidas foram sanadas e outras questões foram levantadas.

No *hillshade*, as primeiras características reconhecidas são a textura e a tonalidade. Foram valorizados aspectos como morfologia do topo e grau de dissecação. O topo foi classificado como plano ou agudo, e o grau de dissecação como baixo, médio ou alto. De acordo com a interpretação feita, pôde-se associar à provável unidade geológica. Para identificar cada unidade, foi preciso adotar aspectos diagnósticos para cada uma. Essas características foram baseadas em conhecimento prévio sobre a geomorfologia relacionada à Formação Barreiras e sua diferenciação do embasamento. Como o objetivo foi identificar apenas a Formação Barreiras, a mesma foi diferenciada também da cobertura sedimentar quaternária, além do embasamento. Para auxiliar esse processo, foram também utilizadas as imagens aéreas *GeoCover* e do *Google Earth*. Os elementos adotados para cada unidade foram os seguintes:

- a Formação Barreiras geralmente apresenta um relevo de tabuleiros, com a presença de colinas suaves com topos planos e grau de dissecação entre médio e baixo (Figura 4.3);
- o embasamento é normalmente caracterizado por um relevo de topos agudos e alto grau de dissecação (Figura 4.4);
- as coberturas sedimentares quaternárias estão concentradas nos vales e seu relevo é plano (Figura 4.5).

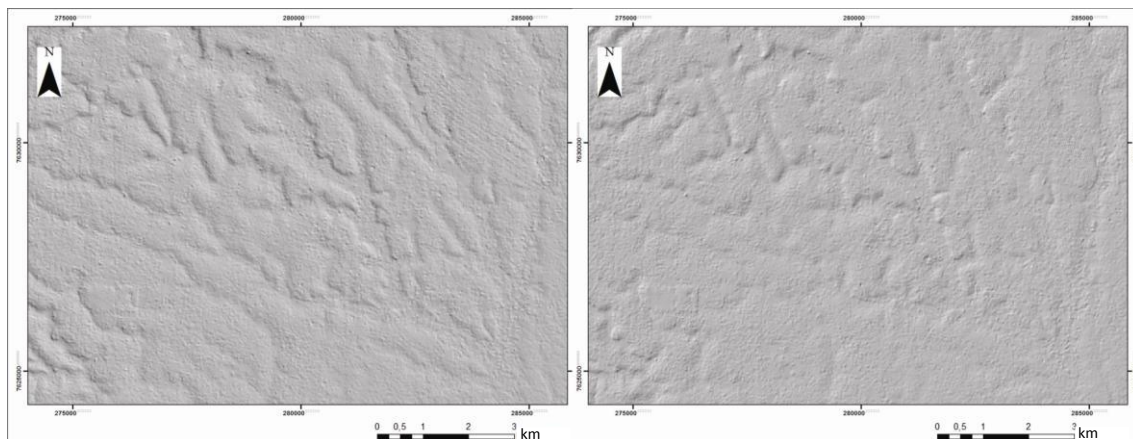


Figura 4.3: *Hillshade* com fonte luminosa a 045° , à esquerda, e a 315° , à direita, representando a morfologia da Formação Barreiras e a sua dissecação fluvial.

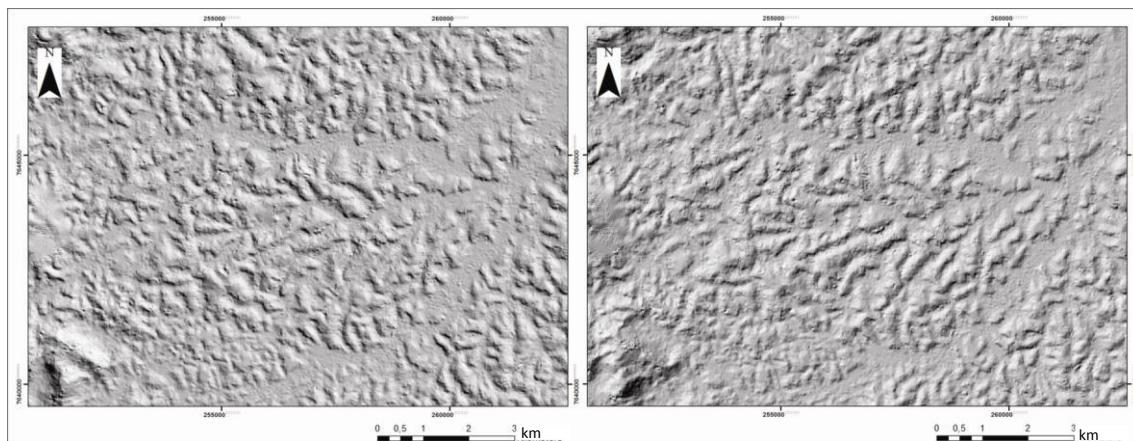


Figura 4.4: *Hillshade* com fonte luminosa a 045° , à esquerda, e a 315° , à direita, representando a morfologia do embasamento adjacente aos tabuleiros da Formação Barreiras e sua dissecação fluvial.

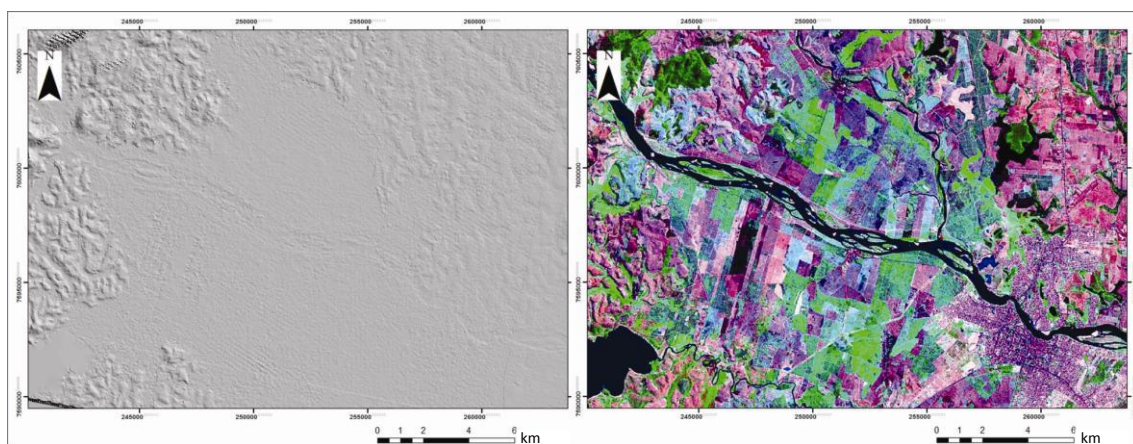


Figura 4.5: *Hillshade* com fonte luminosa a 045° , à esquerda, e imagem *GeoCover*, à direita, representando a planície quaternária fluvial do rio Paraíba do Sul, a sul da área de estudo, com a confluência do rio Muriaé.

Após ser traçado o novo contorno da Formação Barreiras, com base no *hillshade* e nos pontos descritos em campo, surgiram algumas novas dúvidas em áreas próximas ao possível contato com o embasamento. Para resolver esses problemas, utilizou-se o *ArcGIS* 10.0 em conjunto com o *Google Earth*, para localizar possíveis afloramentos nas áreas em questão (Figuras 4.6 e 4.7), que foram visitados posteriormente em uma nova etapa de campo, com duração de quatro dias.

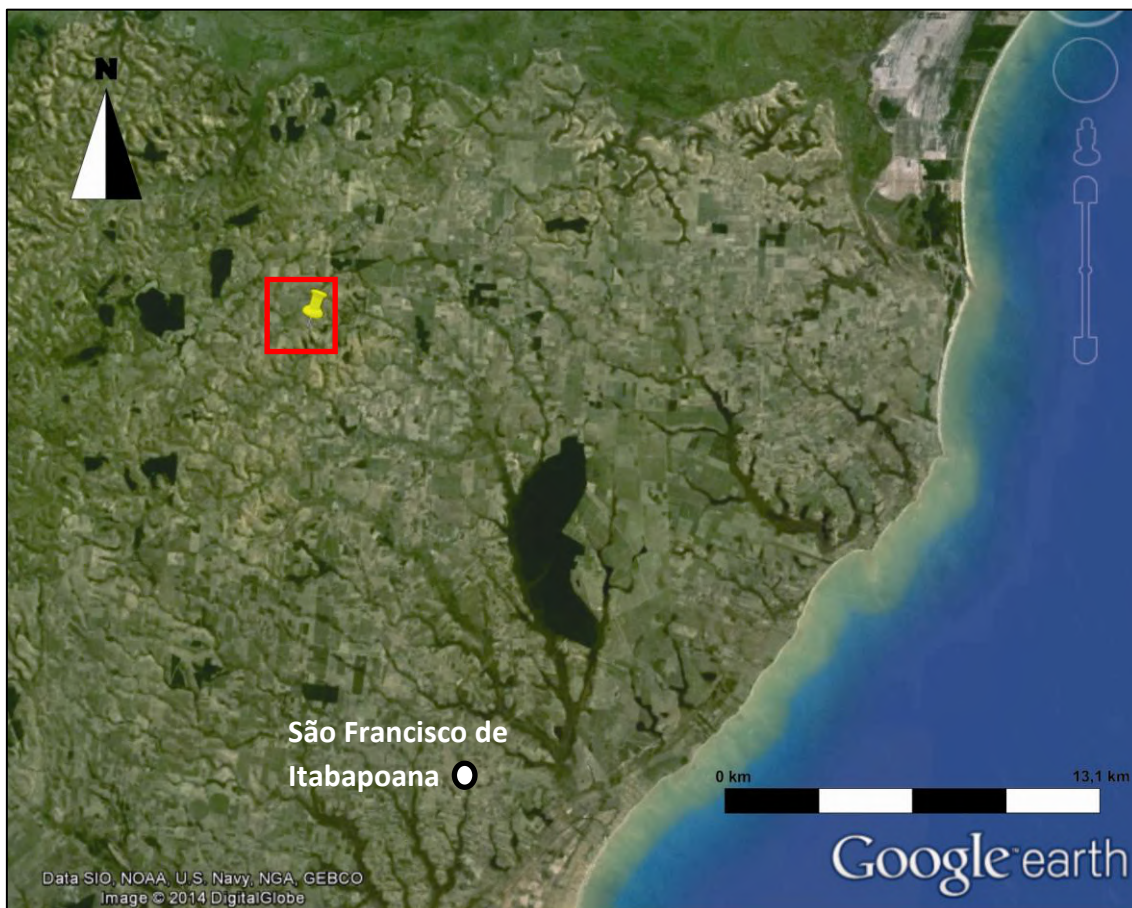


Figura 4.6: Imagem do *Google Earth* da porção setentrional da área de estudo, com um retângulo representando uma porção duvidosa e um marcador no possível afloramento. Fonte: Imagem Landsat; Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO; Imagem 2014 DigitalGlobe do Google Earth (acessado em 17/01/2014).



Figura 4.7: Imagem do *Google Earth* de parte da porção citada na Figura 4.6, com um marcador no possível afloramento encontrado na própria imagem. Fonte: Imagem 2014 DigitalGlobe do Google Earth (acessado em 17/01/2014).

Ao fim dos trabalhos de campo, reunindo-se os pontos visitados ao longo de todo este estudo (23 no primeiro trabalho de campo e 42 no segundo) e os 26 pontos descritos por Ribeiro (2010) (Figura 4.8), foi finalizado o mapa do contorno da porção aflorante da Formação Barreiras, através do uso do *ArcGIS* 10.0. A distribuição dos pontos de campo privilegiou a área de contato entre a Formação Barreiras com o embasamento (Apêndices 1 e 2).

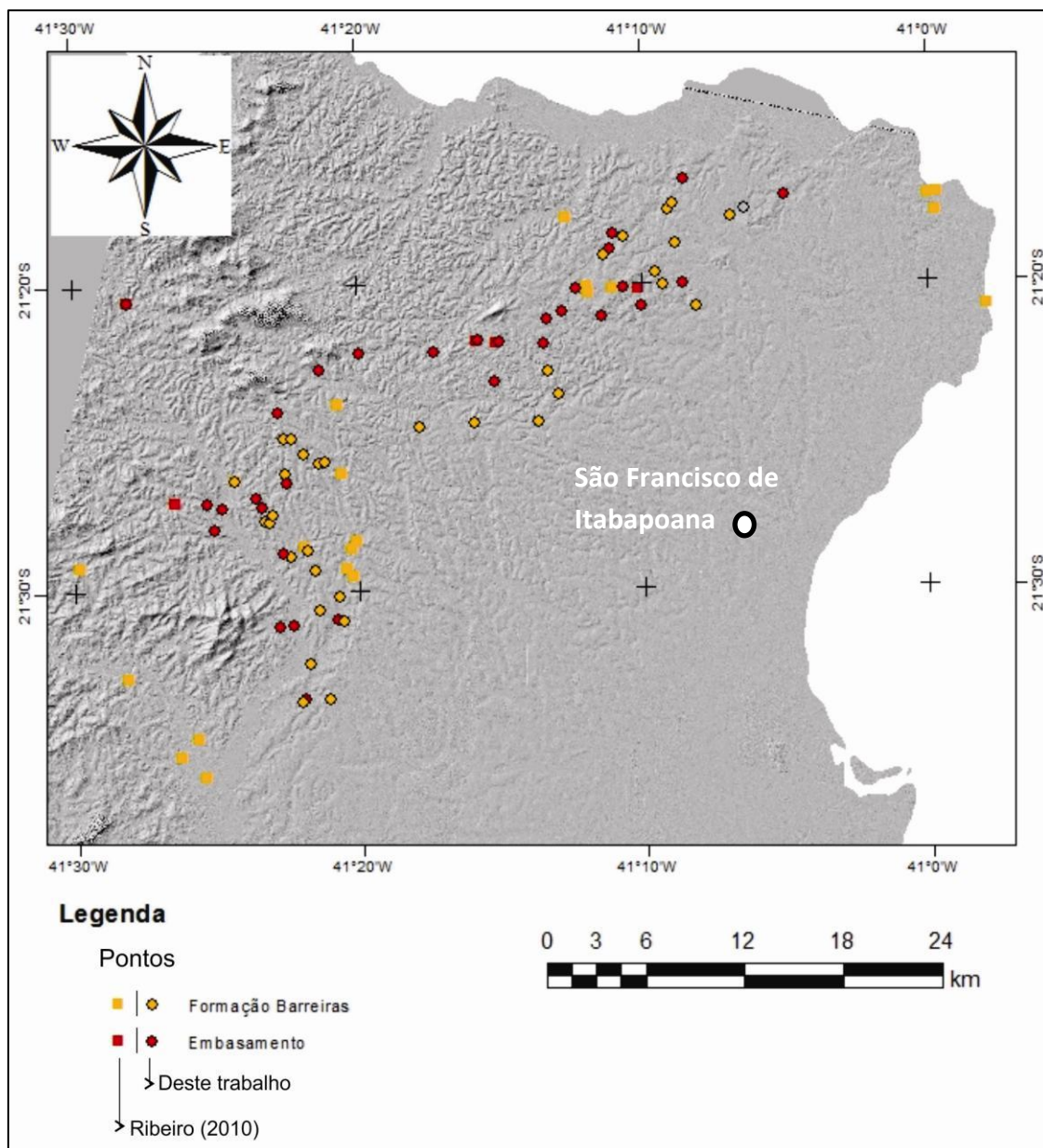


Figura 4.8: Distribuição dos pontos de campo levantados neste trabalho e os pontos descritos por Ribeiro (2010).

5. RESULTADOS

5.1 Aspectos Geomorfológicos e de Campo

Na área estudada, a Formação Barreiras tipicamente ocorre em forma de tabuleiros e como colinas suaves de topos planos, enquanto o embasamento é visto em forma de relevos com topos mais agudos e mais dissecados (Figura 5.1). No entanto, foram constatadas variações nesses padrões na região: a Formação Barreiras também ocorre em colinas um pouco mais agudas e com maior grau de dissecação do que o comum, assim como o embasamento, em algumas porções da área, está associado a colinas mais suavizadas, com topos mais aplainados e com médio grau de dissecação, e localmente até bastante plano e pouco dissecado.

A Formação Barreiras, na região estudada, é composta basicamente por arenitos maciços ou com estratificação cruzada acanalada, intercalados comumente com camadas de lamitos e, com menos frequência, camadas de conglomerados finos a médios, ou médios a grossos quando na base da sequência (Figura 5.2). Em muitos casos, esses depósitos apresentam-se muito mosqueados, principalmente os estratos lamíticos, onde o mosqueamento é mais evidente. Os depósitos apresentam-se, também, bastante ferruginizados, sendo comum a presença de crostas ferruginosas (Figura 5.2).

Os afloramentos na região geralmente são muito intemperizados e, com isso, há casos em que se torna uma tarefa difícil diferenciar a Formação Barreiras do embasamento. Isso se deve ao fato de que as características mais marcantes de cada unidade ficam quase sempre obliteradas nessas situações. A solução encontrada foi procurar estruturas que evidenciassem a litologia, tais como:

- veios de quartzo, que, independente de seus tamanhos, indicam o embasamento pré-cambriano;
- vestígios de foliações metamórficas, também indicando o embasamento pré-cambriano (Figura 5.3);
- alta concentração de mica, indicando o embasamento pré-cambriano;
- presença de crostas ferruginosas maciças em intervalos tabulares, interpretadas como evidência da Formação Barreiras (Figura 5.4).

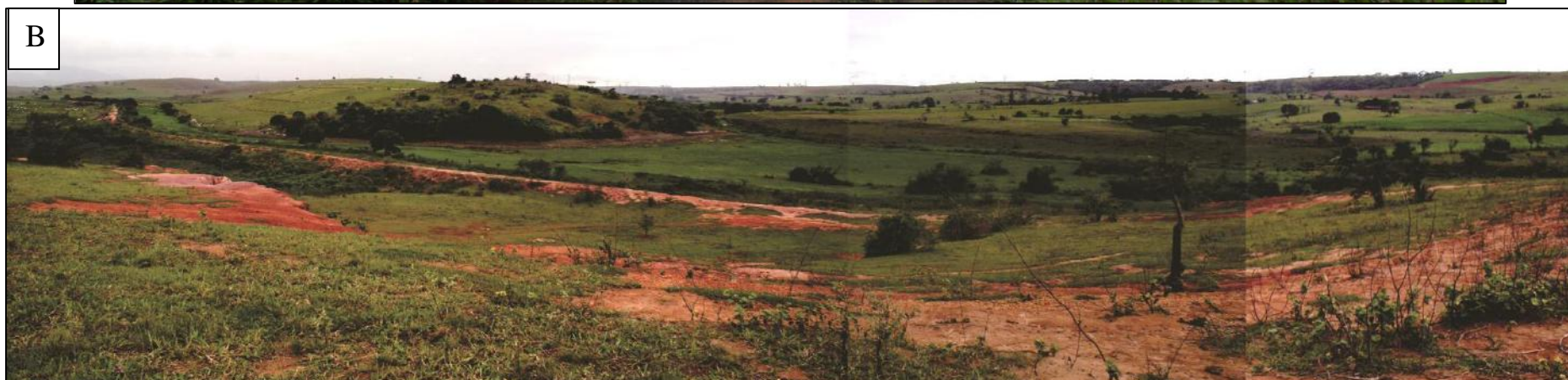


Figura 5.1: A) Vista panorâmica do relevo de colinas mais dissecadas, relacionadas ao embasamento pré-cambriano - ponto MC-CZ-11, localizado nas proximidades de Morro do Coco; B) Vista panorâmica do relevo de colinas suaves, com baixo a médio grau de dissecção, típico da Formação Barreiras – ponto TR-CZ-09, próximo à localidade de Ribeiro do Amaro.

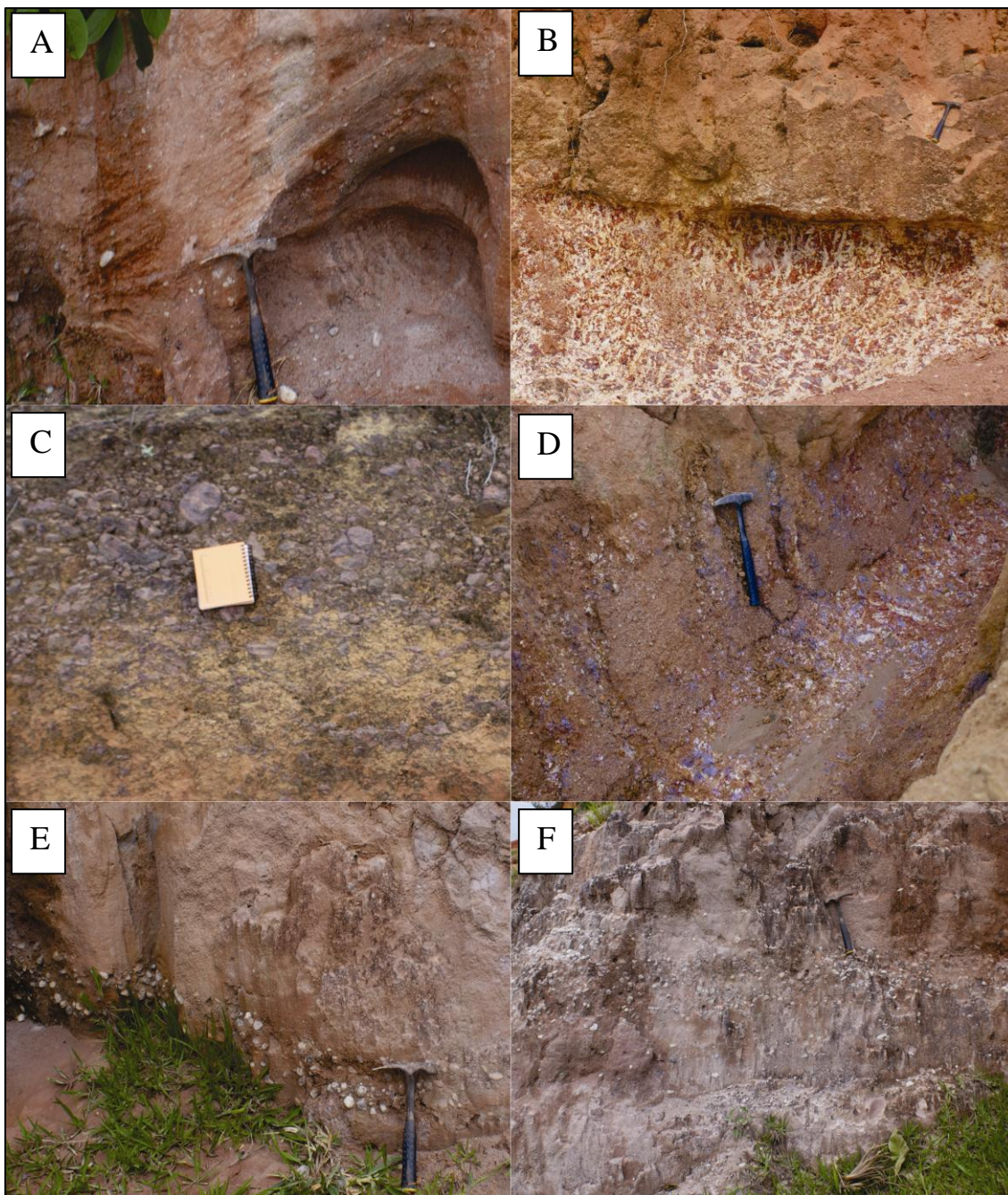


Figura 5.2: Aspectos dos depósitos da Formação Barreiras na área de estudo. A) Arenito com estratificação cruzada acanalada – ponto TR-CZ-09; B) Camada de arenito maciço sobre camada de lamito mosqueado – ponto MC-CZ-08; C) Crosta ferruginosa fragmentada – ponto MC-CZ-15; D) Lamito mosqueado com coloração vermelha, branca e roxa – ponto TR-CZ-03; E) Conglomerado com arenito sobreposto – ponto TR-CZ-09; F) Camadas de conglomerados intercaladas a arenitos – ponto TR-CZ-09.

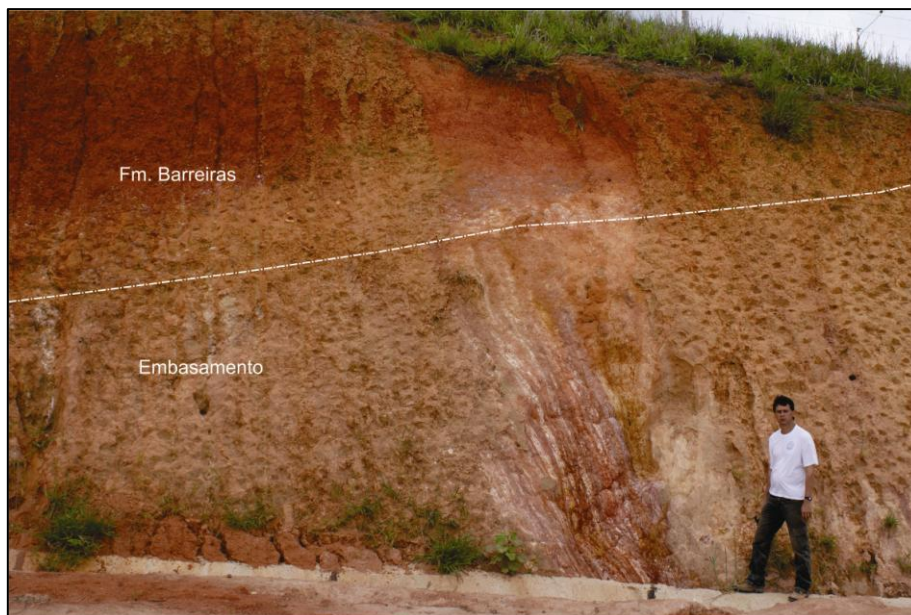


Figura 5.3: Afloramento bastante intemperizado apresentando o contato entre depósitos da Formação Barreiras com rochas do embasamento pré-cambriano (identificadas pela preservação da foliação metamórfica com atitude semi-vertical) - ponto MC-CZ-01, localizado na estrada entre Conselheiro Josino e Vila Nova de Campos.



Figura 5.4: Crosta ferruginosa da Formação Barreiras - ponto BS-CZ-20.

Foram encontradas coberturas sedimentares posteriores à Formação Barreiras, informalmente denominadas na literatura como “pós-Barreiras”, cobrindo tanto o embasamento quanto os depósitos da Formação Barreiras em colinas suaves. Esses depósitos tendem a suavizar as colinas, o que dificulta o mapeamento das litologias por imagens aéreas. Os afloramentos da unidade “pós-Barreiras” são constituídos por sedimentos areno-argilosos castanho-amarelados, e são caracterizados pela presença, na base, de níveis com fragmentos de crostas ferruginosas, provenientes principalmente do retrabalhamento da Formação Barreiras. Devido à sua pequena espessura, esses depósitos não foram mapeados.

5.2 Mapa de Distribuição da Formação Barreiras

Cumprindo o objetivo principal deste trabalho, será apresentado, a seguir, o mapa do contorno da Formação Barreiras na região entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana (Figura 5.5).

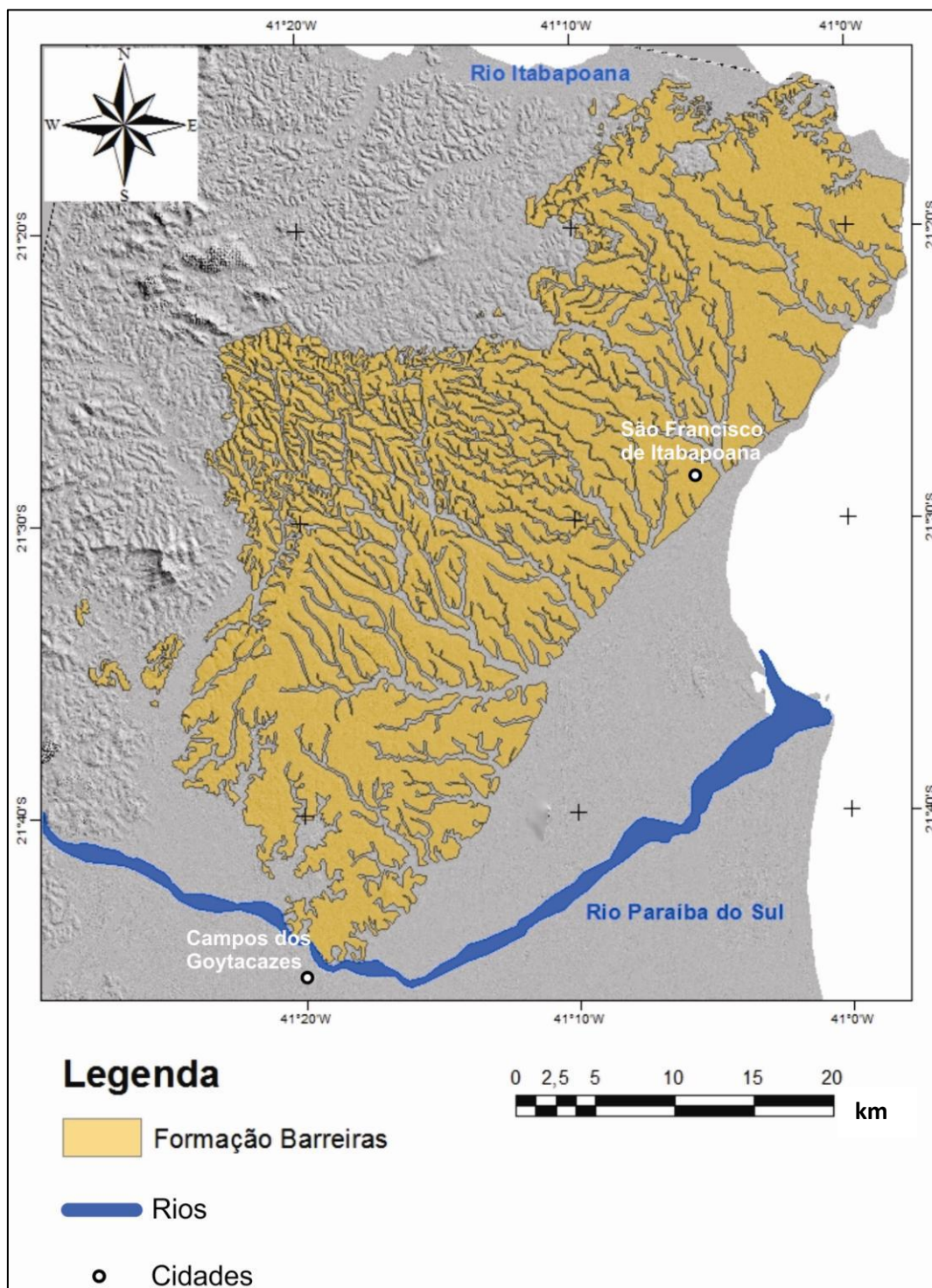


Figura 5.5: Mapa de distribuição da Formação Barreiras na região entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana. O mapa está representado sobre o *hillshade* da área (Figura 4.2).

O contato da Formação Barreiras com a planície quaternária apresenta-se relativamente contínuo segundo a orientação NE-SW. Já o contato com o embasamento é bastante recortado e dividido em segmentos controlados por orientações NE-SW, NW-SE, NNW-SSE, ENE-WSW e E-W (Figura 5.6), sugerindo condicionamento estrutural/tectônico.

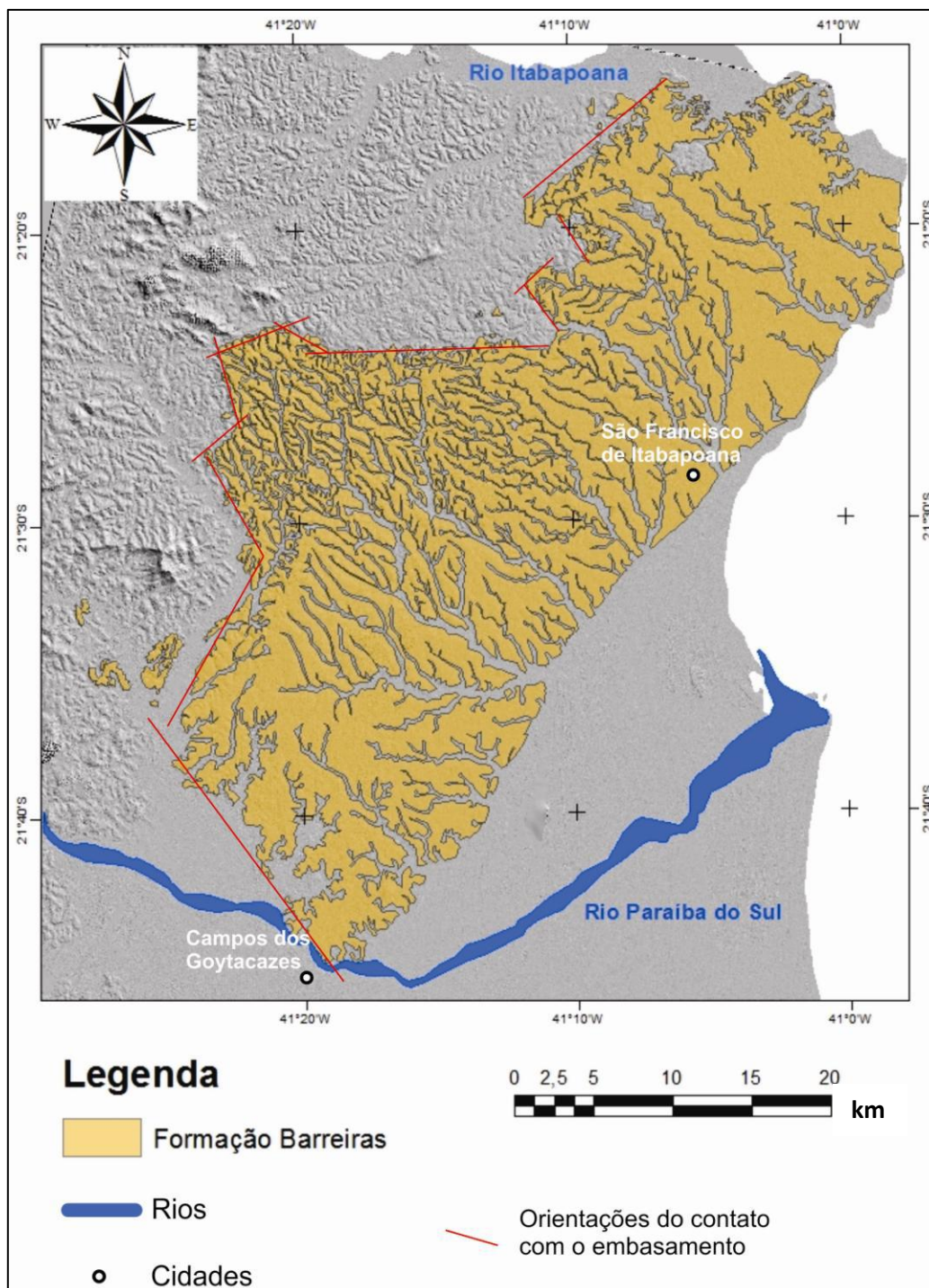


Figura 5.6: Mapa de distribuição da Formação Barreiras na região entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana, sendo realçadas as orientações dos contatos com o embasamento (em vermelho). O mapa está representado sobre o *hillshade* da área (Figura 4.2).

Comparando o mapa proposto neste trabalho (escala 1:25.000) com os elaborados anteriormente por Silva & Cunha (2001, escala 1:500.000) e por Ribeiro (2010, escala 1:250.000), pode-se notar importantes diferenças quanto ao contorno da Formação Barreiras (Figura 5.7). Como o produto desta pesquisa foi obtido através da interpretação de imagens de alta resolução, os limites dessa unidade encontram-se mais detalhados, em relação aos mapas anteriores.

A principal mudança em relação ao limite proposto por Ribeiro (2010) está na parte norte da área de estudo, onde se diminuiu significativamente a área de ocorrência da Formação Barreiras. O resultado para essa porção aproxima-se mais do mapa elaborado por Silva & Cunha (2001), embora este também apresente, nessa mesma porção, maior extensão da unidade do que foi reconhecido no presente estudo. Outra diferença importante no contorno da Formação Barreiras em comparação com o mapa proposto por Silva & Cunha (2001), pode-se perceber na região centro-oeste da área de estudo, onde a unidade adentra mais no embasamento, segundo o presente mapeamento, de forma similar ao que reconheceu Ribeiro (2010).

Uma característica marcante, facilmente notada na área mapeada, é a variação do grau de dissecação fluvial ao longo da mesma. Percebe-se que há uma variação no eixo NE-SW, onde as porções sul e nordeste apresentam menor grau de dissecação, enquanto que a região central é bastante dissecada e concentra a maior densidade de drenagem. Entre essas porções, notam-se áreas de transição, com grau intermediário de dissecação fluvial.

Baseado na variação do grau de dissecação fluvial e na distribuição geográfica, a área de estudo foi subdividida em quatro domínios (I, II, III e IV, como se pode ver na Figura 5.8), transversais à orientação principal da distribuição da Formação Barreiras.

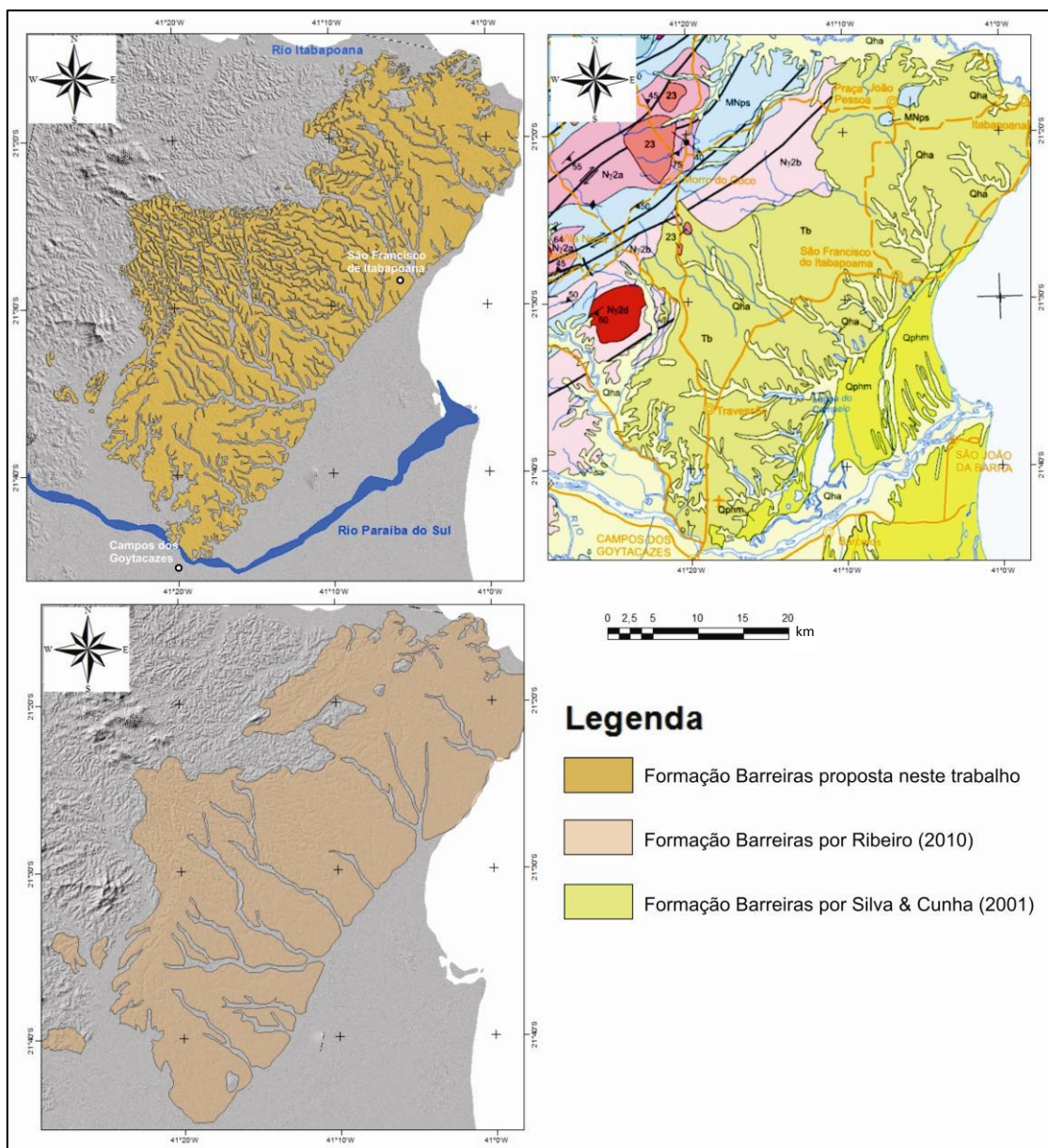


Figura 5.7: Comparação entre o mapa proposto no presente estudo (escala 1:25.000) e os mapas elaborados por Silva & Cunha (2001, escala 1:500.000) e Ribeiro (2010, escala 1:250.000).

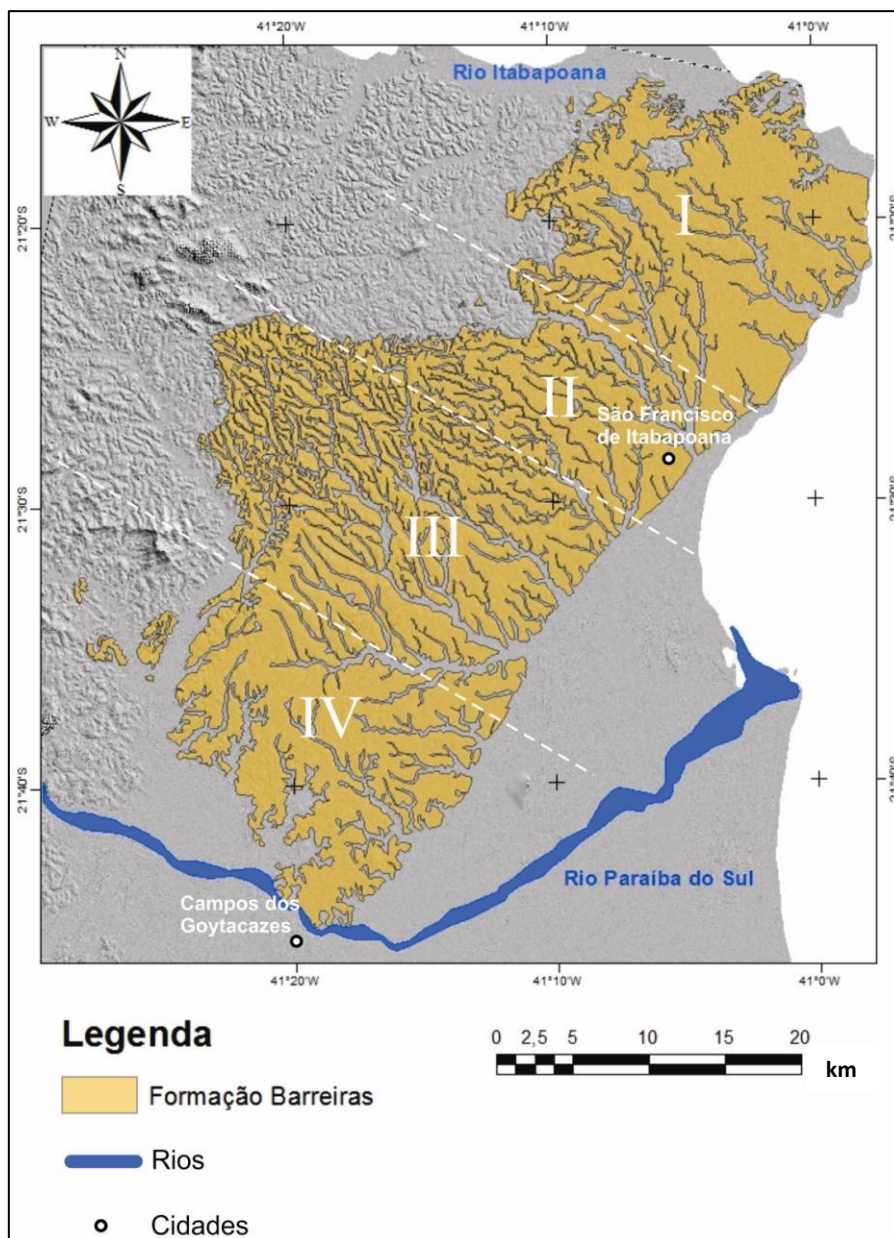


Figura 5.8: Compartimentação do mapa da distribuição da Formação Barreiras entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana em quatro domínios (I, II, III e IV), com base no grau de dissecação fluvial.

5.2.1 Domínio I

O domínio I é a porção mais a nordeste da área de estudo, limitado a norte pela planície do rio Itabapoana. Nesse setor, pôde-se notar a característica mais marcante da Formação Barreiras: colinas suaves com topos amplos e aplainados, e baixo a médio grau de dissecação fluvial. Apesar de o relevo ser predominantemente de tabuleiros, ocorre uma variação na densidade de drenagem, aumentando gradativamente à medida que se aproxima do domínio II.

No interior do contorno principal da Formação Barreiras no domínio I ocorrem, de forma restrita e com morfologia caracteristicamente distinta (Figura 5.9), duas áreas relacionadas ao afloramento de gnaisses da Unidade São Fidélis do Complexo Paraíba do Sul, relatados por Silva & Cunha (2001).

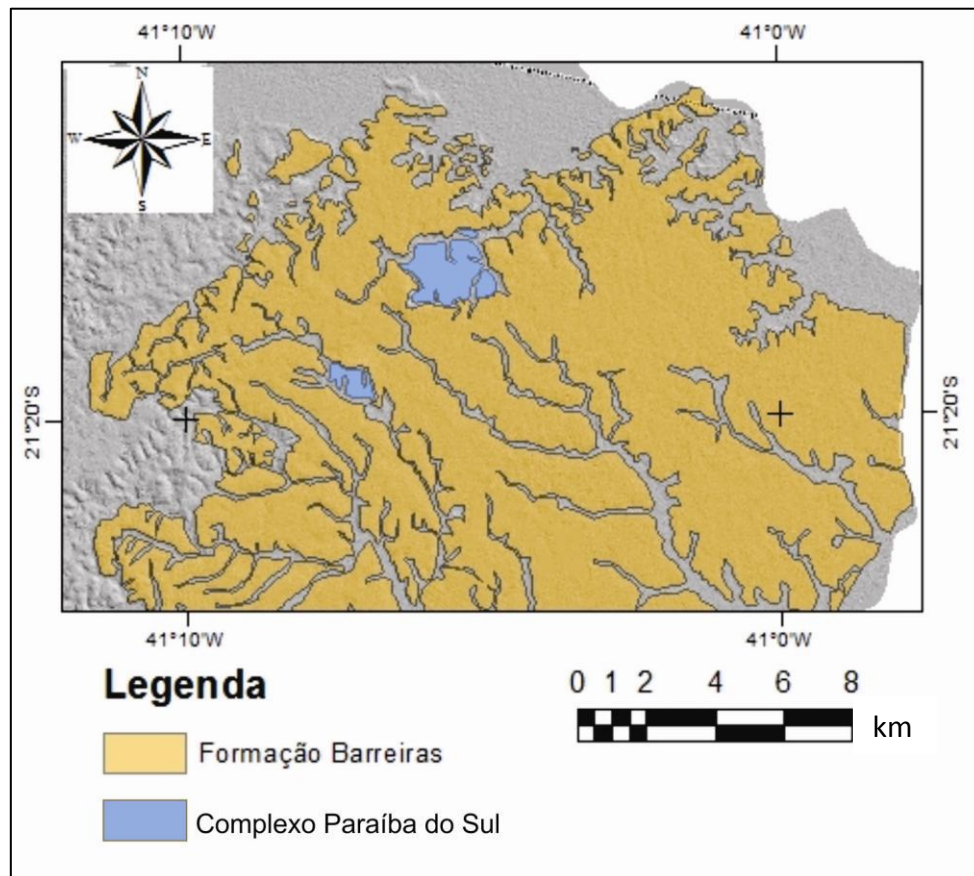


Figura 5.9: Mapa de parte do Domínio I, com destaque para as ocorrências de rochas do Complexo Paraíba do Sul dentro do contorno da Formação Barreiras. A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Na parte noroeste desse setor (Figura 5.10) foram identificadas ocorrências isoladas de depósitos da Formação Barreiras, caracterizando um terreno de transição para a área do embasamento. Nessa porção, nota-se o embasamento associado a colinas mais aplainadas e suavizadas do que a morfologia em que é tipicamente encontrado. Além disso, os depósitos da Formação Barreiras apresentam pouca espessura e em raros afloramentos. Durante os trabalhos de campo, essas características foram confirmadas por meio da presença de afloramentos de rocha sã do embasamento à meia encosta e, por vezes, até na alta encosta (Figura 5.11). A interpretação das imagens aéreas nessa porção do Domínio I mostra certa retilinearidade, com direção NE-SW, do contato com

o embasamento, sugestiva de controle neotectônico na configuração do limite observado.

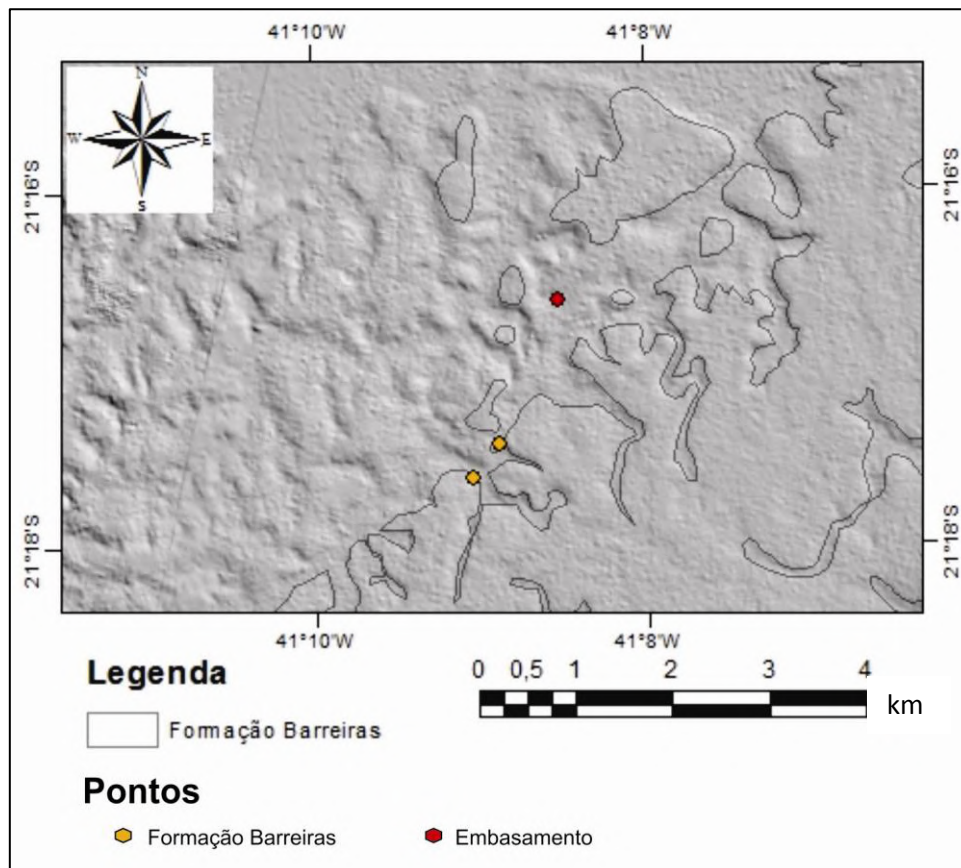


Figura 5.10: Porção noroeste do Domínio I, destacando as ocorrências isoladas da Formação Barreiras. A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Na porção oeste do Domínio I (Figura 5.12), está a região onde foi verificada a maior dificuldade para o mapeamento por imagem aérea de toda a área de estudo, pois o relevo do embasamento é, em parte, bastante aplainado e com poucas drenagens. Essas características fizeram Ribeiro (2010) mapear toda a região como Formação Barreiras. Porém, no presente trabalho, constatou-se que se trata de uma variação do embasamento, que apresenta um relevo muito atípico.



Figura 5.11: Lajes de embasamento em alta encosta, próximo à Vila Nova de Campos.

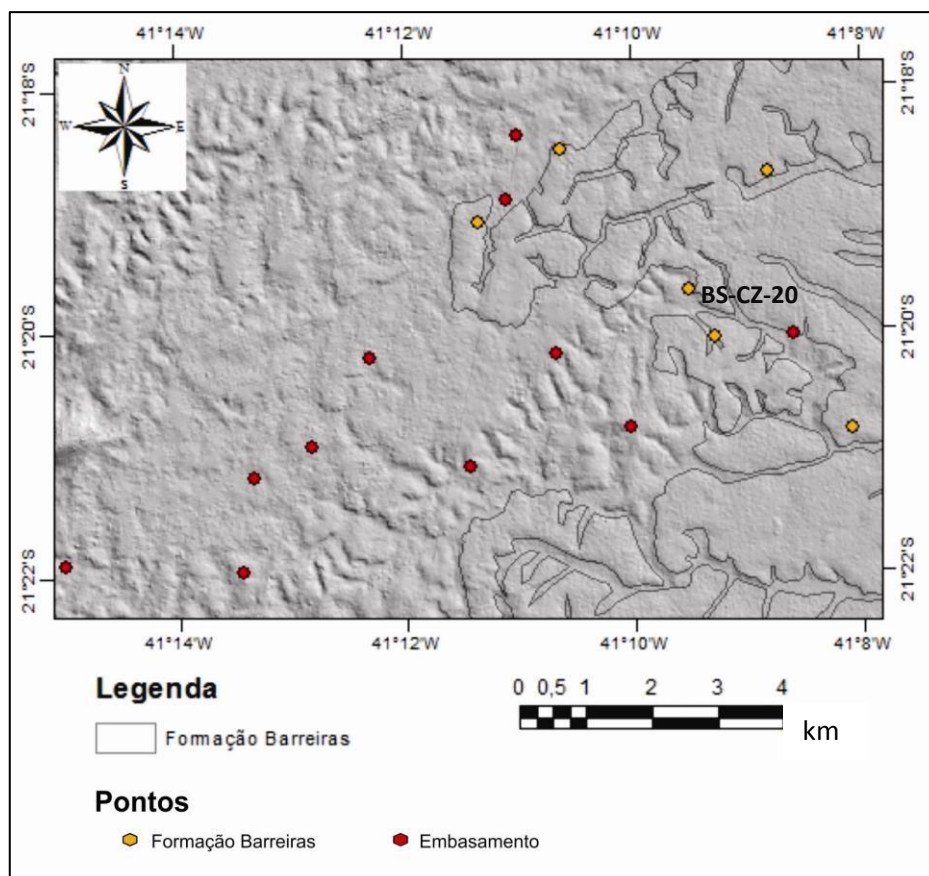


Figura 5.12: Porção oeste do Domínio I, de maior complexidade para a definição do limite da Formação Barreiras com o embasamento, devido à variação morfológica deste, incluindo setores muito aplainados. A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Ainda nessa região, pode-se ver um expressivo recuo do contorno da Formação Barreiras (Figura 5.13), em que a presença do embasamento aparenta estar alinhada com as duas ocorrências a nordeste, anteriormente citadas. Possivelmente trata-se da mesma litologia do embasamento, pois as três manchas apresentam características muito

semelhantes: relevo colinoso mais dissecado, com formato aproximadamente circular e topos mais agudos.

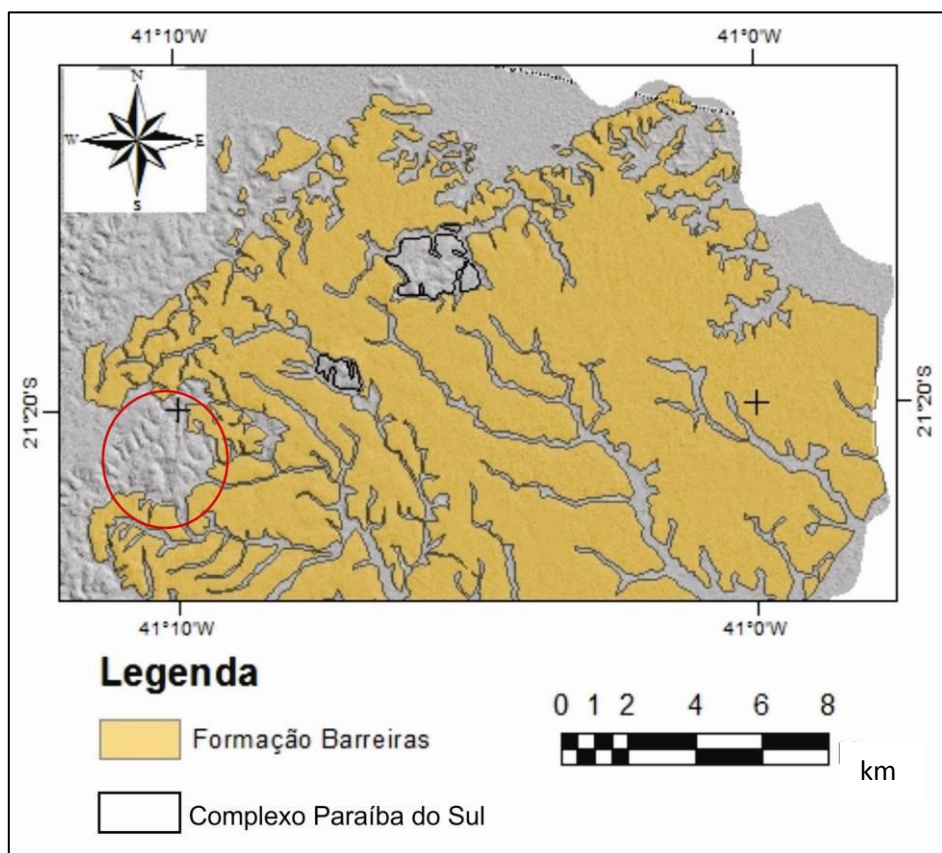


Figura 5.13: Parte do Domínio I com ocorrências isoladas do Complexo Paraíba do Sul e, em vermelho, demarcada a possível ocorrência desta mesma unidade. A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Comparando-se com os mapas anteriores, o contato entre a Formação Barreiras e o embasamento na parte oeste foi bastante modificado neste domínio (Figura 5.14). Reduziu-se a área de ocorrência da Formação Barreiras em comparação com os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010), sendo evidenciadas algumas manchas isoladas na porção noroeste. Os contornos das ocorrências do Complexo Paraíba do Sul em meio aos tabuleiros da Formação Barreiras apresentam pequenas diferenças em seus limites e em seu detalhamento.

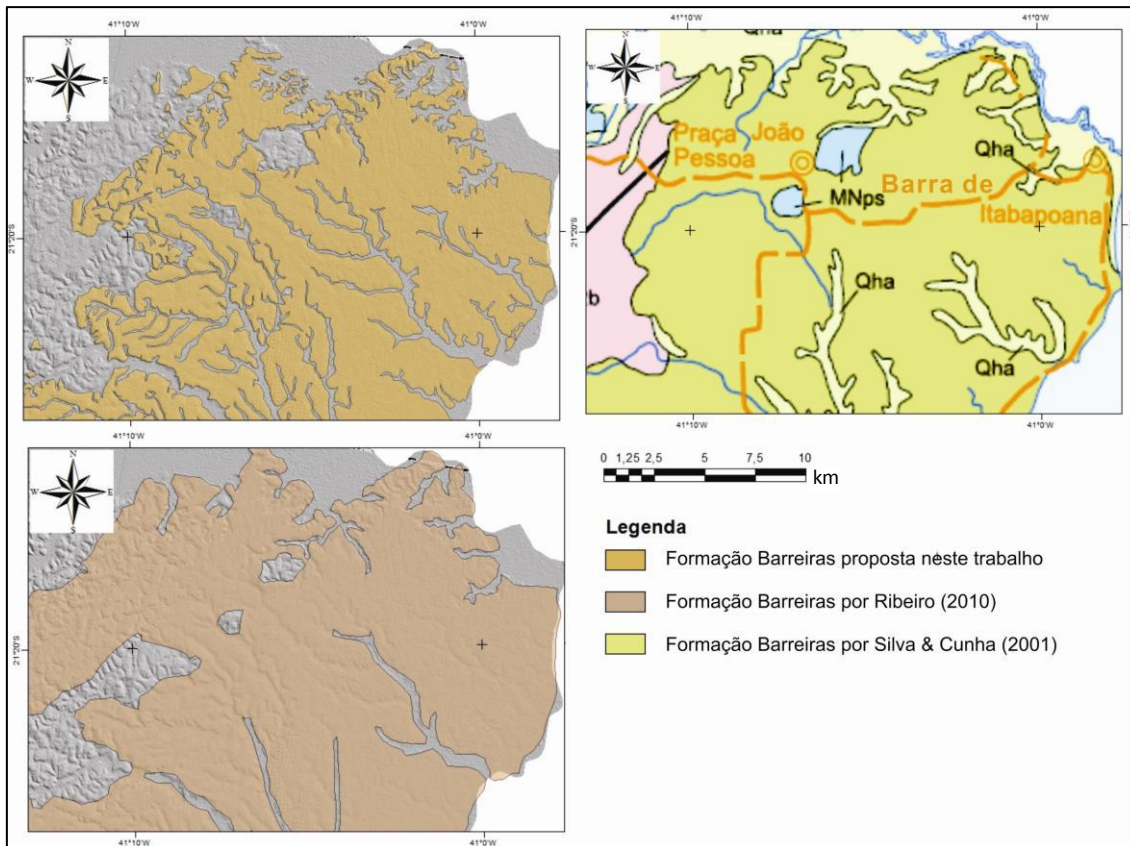


Figura 5.14: Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio I entre o mapa proposto neste trabalho e os mapas elaborados por Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010).

5.2.2 Domínio II

O domínio II é o que possui menor área dentre os quatro domínios propostos. Este domínio documenta a transição do grau de dissecação fluvial dos tabuleiros da Formação Barreiras de médio para alto, do domínio I para o III, respectivamente.

Neste domínio, a Formação Barreiras ocorre em colinas suaves com topos aplainados, enquanto o embasamento apresenta seu típico relevo de topos agudos e maior densidade de drenagem. O contato entre esses dois compartimentos geológicos é bastante recortado, havendo algumas ocorrências isoladas da Formação Barreiras no compartimento de rochas pré-cambrianas (Figura 5.15). Na faixa do contato, praticamente traçado pelo rio Guaxindiba (quando na direção E-W), os depósitos da Formação Barreiras ocorrem muito fragmentados e com pequena espessura.

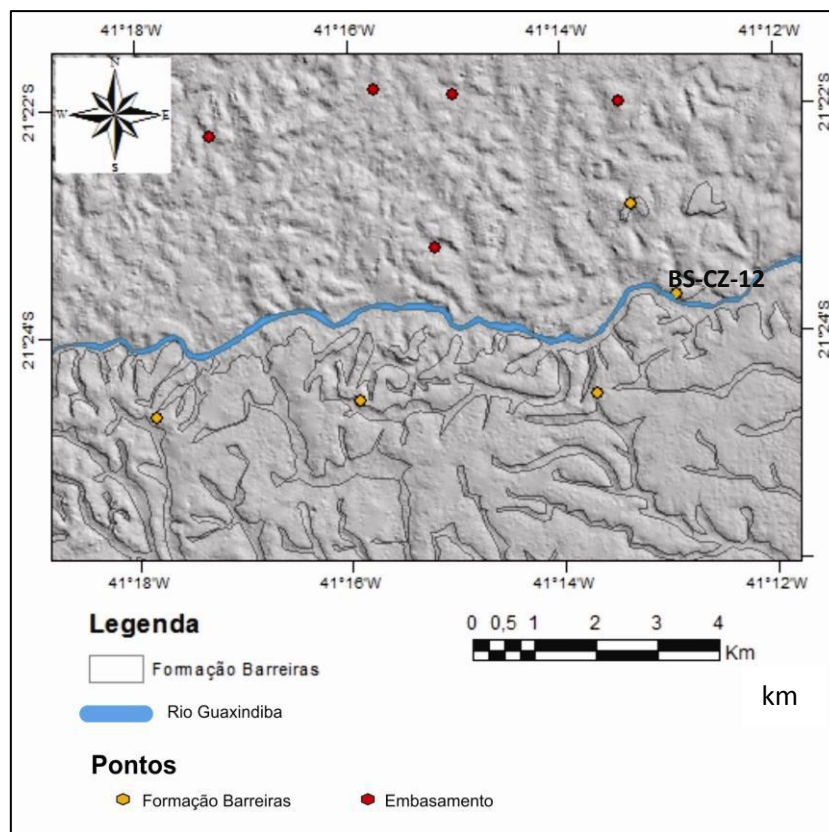


Figura 5.15: Contorno principal da Formação Barreiras no Domínio II limitado pelo rio Guaxindiba, quando em sua orientação E-W, com destaque, ainda, para algumas ocorrências isoladas dentro do compartimento de rochas pré-cambrianas. A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Comparando com os mapas anteriores (Figura 5.16), a extensão da Formação Barreiras neste domínio foi aumentada em relação ao mapa de Silva & Cunha (2001), e ficou bem semelhante ao limite proposto por Ribeiro (2010), apenas com mais detalhe, além de novas pequenas manchas isoladas.

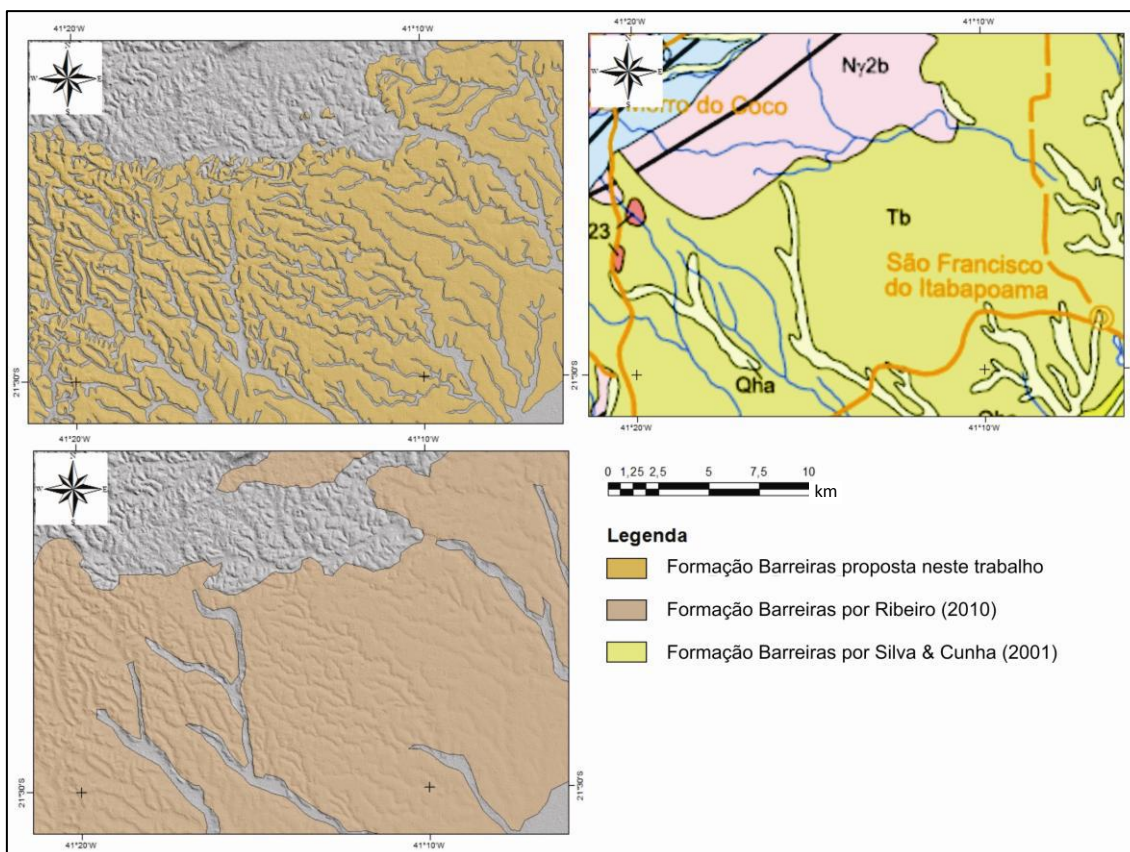


Figura 5.16: Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio II entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010).

Neste domínio, foi registrado um afloramento onde é possível observar o contato do embasamento com a Formação Barreiras (Figura 5.17). Esse ponto é o BS-CZ-12 e está situado numa mancha isolada, a norte do rio Guaxindiba (em sua porção E-W – ver localização na Figura 5.15). Na base da unidade sedimentar, encontram-se crostas ferruginizadas, típicas da mesma. Com base nisso, pôde-se estimar a espessura exposta, de cerca de 15 metros, da Formação Barreiras nessa região.



Figura 5.17: Afloramento na porção de média/alta encosta de colina suave, marcando o contato entre o embasamento e a Formação Barreiras - ponto BS-CZ-12.

5.2.3 Domínio III

O domínio III abrange a porção da Formação Barreiras com maior extensão na direção NW-SE, atingindo o sopé dos principais altos topográficos do embasamento na área de estudo. Já a sudeste deste domínio a Formação Barreiras está limitada pela planície quaternária.

Nesse domínio, a Formação Barreiras ocorre de forma atípica, apresentando alto grau de dissecação fluvial e suas colinas são mais elevadas e com topos mais agudos que o normal (Figura 5.18). Ainda assim, é possível distingui-la do embasamento, pois continua tendo o topo um pouco mais plano e amplo do que o relevo do embasamento adjacente.

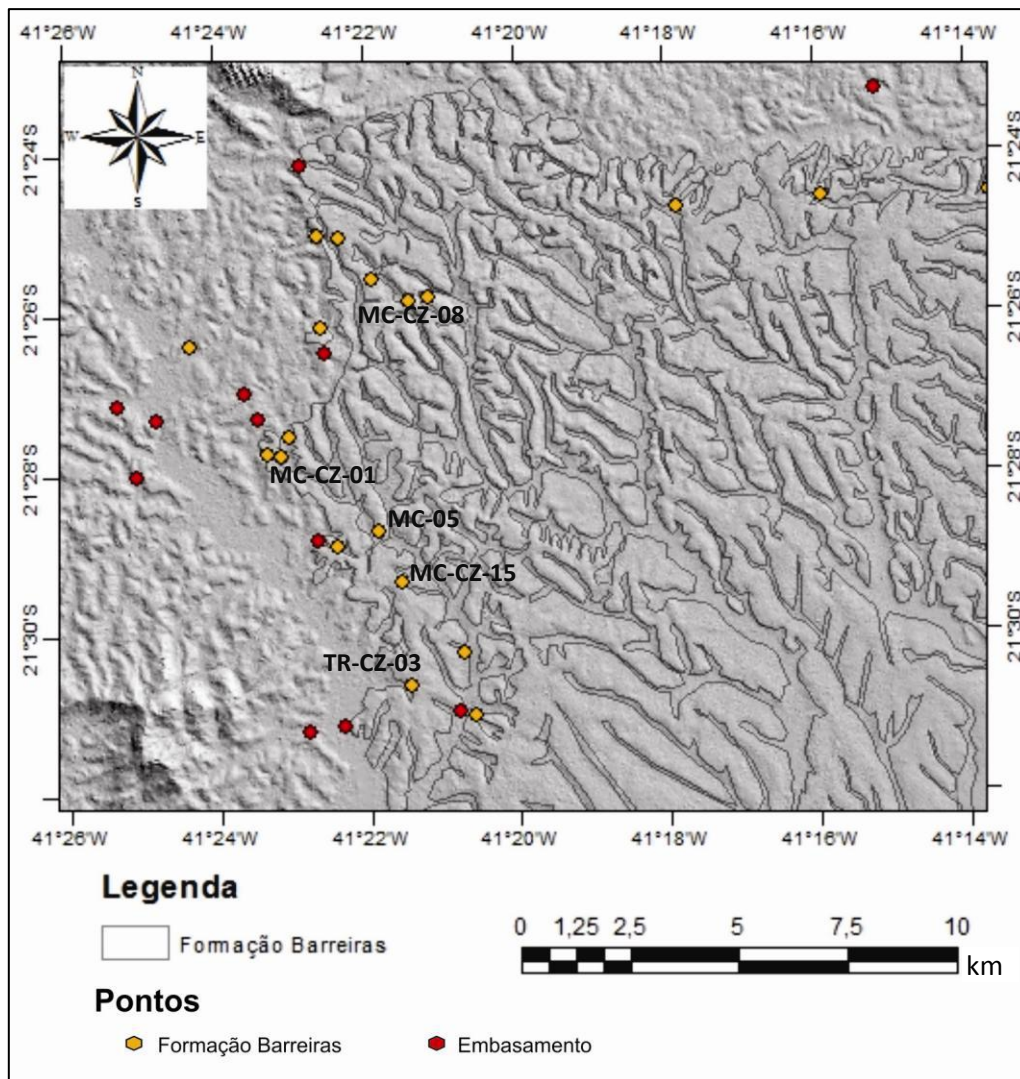


Figura 5.18: Imagem da porção mais a oeste do Domínio III, em que a Formação Barreiras apresenta alto grau de dissecação fluvial e associada a colinas mais agudas. A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Comparando ao mapa de Silva & Cunha (2001), aumentou-se significativamente o registro da Formação Barreiras ao longo de todo o contato com o embasamento (Figura 5.19). Já comparado ao mapa de Ribeiro (2010), novamente os limites se assemelham, porém com algumas pequenas porções a mais mapeadas, em forma de pequenas ocorrências isoladas (Figura 5.19).

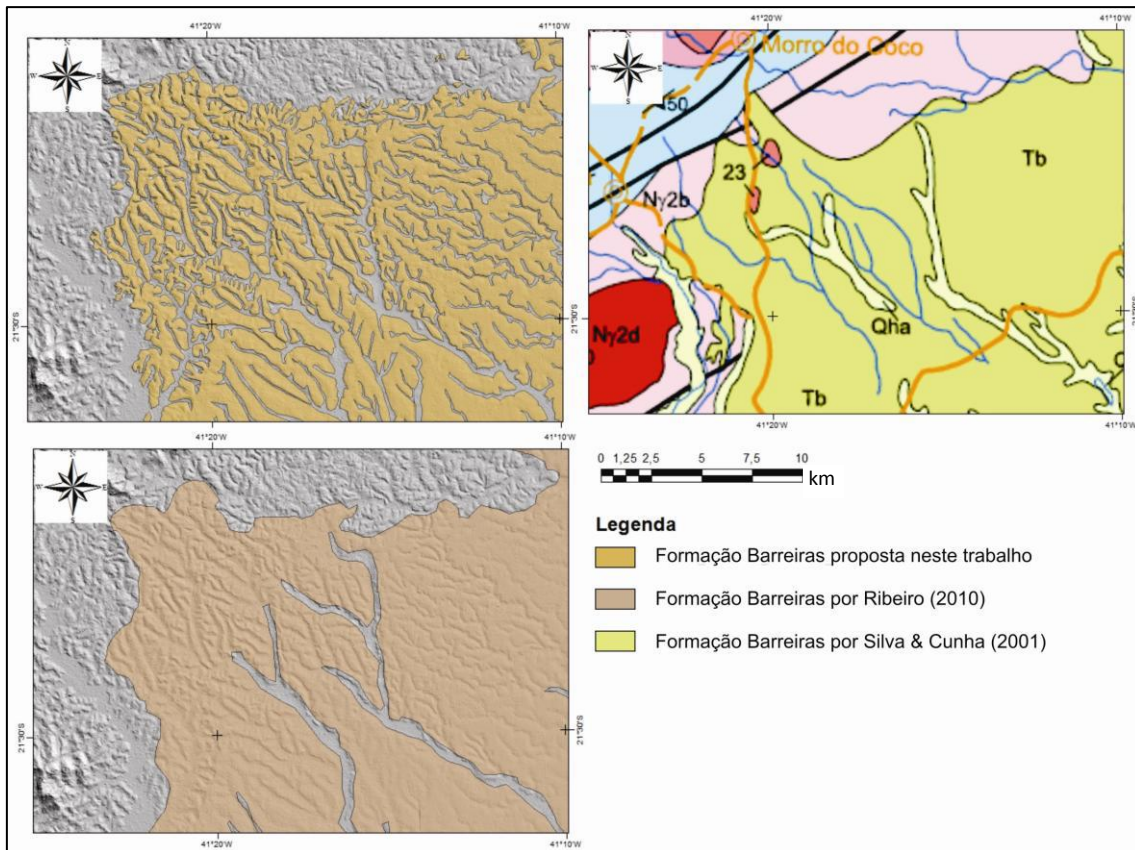


Figura 5.19: Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio III entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010).

Este domínio é o que apresenta o maior número de afloramentos típicos da Formação Barreiras, como os encontrados nos pontos MC-CZ-01, TR-CZ-03 e MC-05 (este último descrito por Ribeiro, 2010) – Figura 5.18. Os pontos MC-CZ-01 e MC-05 são extensas ocorrências dessa unidade, com cerca de 100 metros de extensão e 20 metros de altura (Figuras 5.20 e 5.21, respectivamente). Pode-se observar claramente os estratos sobrepostos, intercalando-se camadas de arenitos e lamitos, e a presença de falhas. O afloramento do ponto TR-CZ-03 está situado em uma ravina (Figura 5.22) e apresenta os aspectos litológicos característicos da unidade.



Figura 5.20: Parte central do afloramento da Formação Barreiras no ponto MC-CZ-01, destacando-se o deslocamento por falha das camadas sedimentares.



Figura 5.21: Porção central do afloramento da Formação Barreiras no ponto MC-05 (descrito por Ribeiro, 2010).



Figura 5.22: Imagens do ponto TR-CZ-03. À esquerda, pode-se ver a ravina onde está o afloramento da Formação Barreiras, na imagem da direita.

5.2.4 Domínio IV e Ocorrências Isoladas Adjacentes

O domínio IV representa a porção mais a sudoeste da área mapeada e tem como limite sul o rio Paraíba do Sul, próximo à cidade de Campos dos Goytacazes. Neste setor, a Formação Barreiras volta a apresentar seu relevo típico de colinas suaves com topos amplos e planos, e baixo grau de dissecação fluvial. Próximo a este domínio, foram identificadas algumas ocorrências isoladas da Formação Barreiras (Figura 5.23).

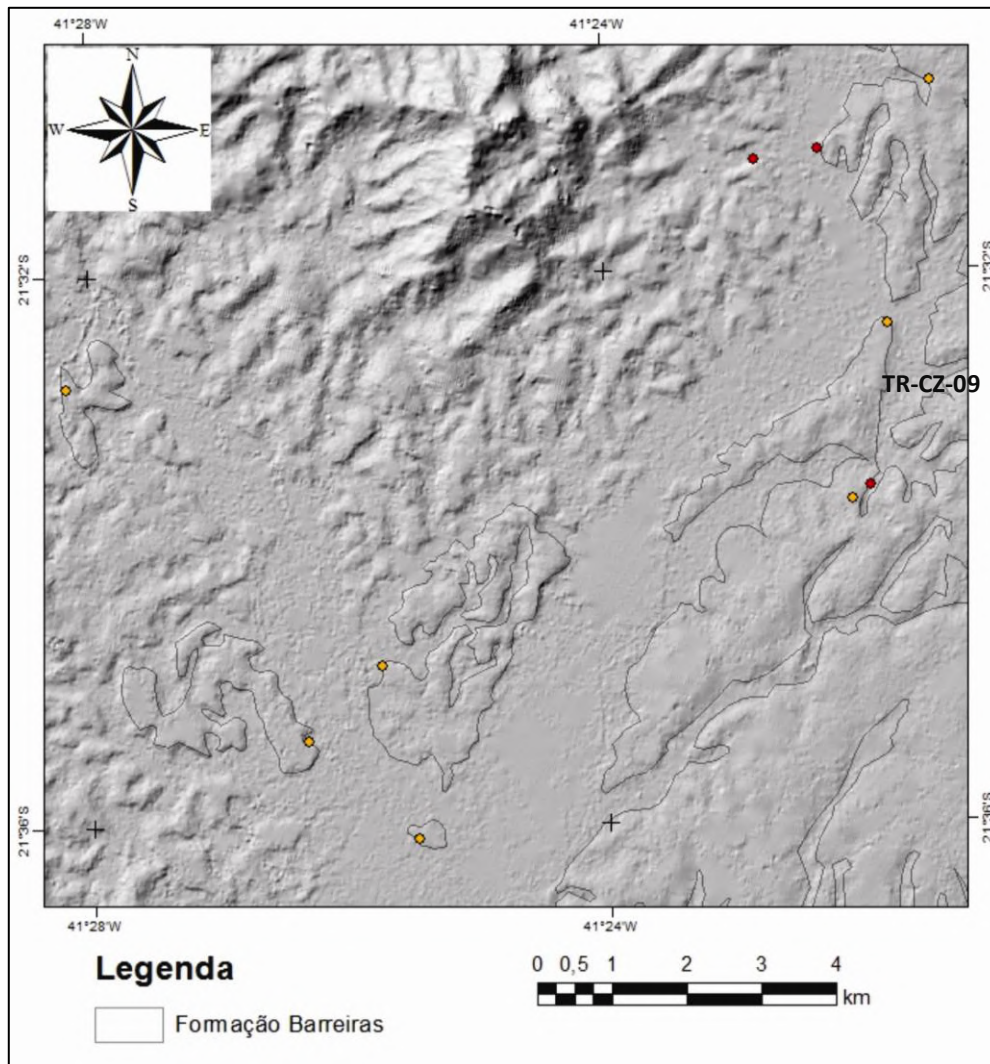


Figura 5.23: Porção oeste do Domínio IV, com o afloramento TR-CZ-09 representado, e as ocorrências isoladas, delimitadas com base nos pontos de Ribeiro (2010). A localização da imagem se encontra no Apêndice 3.

Em relação aos mapas anteriores, poucas diferenças foram apresentadas. Em relação ao mapa de Silva & Cunha (2001), a grande diferença relaciona-se ao fato de estes autores não terem mapeado as ocorrências isoladas adjacentes ao Domínio IV. Em relação à Ribeiro (2010), foi realizada uma delimitação mais detalhada dos vales fluviais no presente estudo, refletindo-se na redução da área de mapeamento da

Formação Barreiras. Em relação às ocorrências isoladas identificadas por Ribeiro (2010), foram propostas algumas modificações na forma e extensão e uma delas, mais a sul, não foi registrada no presente estudo.

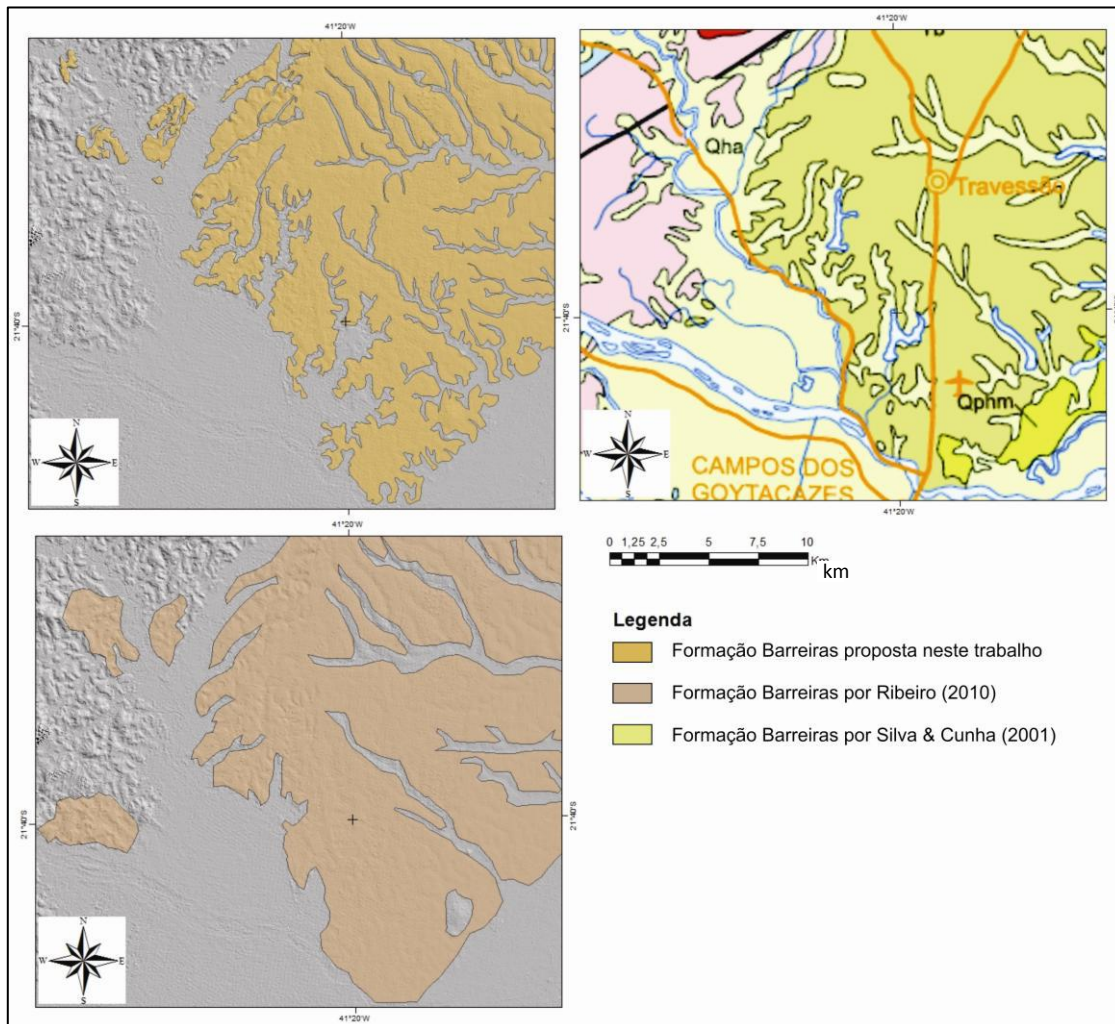


Figura 5.24: Comparação do contorno da Formação Barreiras no Domínio IV entre o mapa proposto no presente estudo e os mapas de Silva & Cunha (2001) e Ribeiro (2010).

O ponto TR-CZ-09, já localizado anteriormente (Figura 5.23), constitui um afloramento da Formação Barreiras de grande dimensão, com cerca de 150 metros de extensão e 20 metros de altura (Figura 5.25). Neste afloramento, foi documentado o contato entre a Formação Barreiras e as rochas do embasamento, permitindo a estimativa da espessura, de cerca de 25 metros, dos depósitos da Formação Barreiras nesta porção da área de estudo.



Figura 5.25: Parte do afloramento da Formação Barreiras no ponto TR-CZ-09. Nesta imagem é possível ver o contato com o embasamento e a espessura da Formação Barreiras.

6. CONCLUSÕES

O mapeamento da Formação Barreiras se vale, basicamente, da interpretação de imagens aéreas que satisfaçam a escala pretendida. O Modelo Digital de Elevação utilizado no presente estudo tornou possível a visualização com bastante detalhe até a escala 1:20.000.

Os mapas geológicos elaborados por Silva & Cunha (2001), Ribeiro (2010) e o produzido nesta pesquisa apresentam limites distintos para a Formação Barreiras, porém bastante aproximados. Este fato decorre não só das diferentes escalas, bases cartográficas e métodos de mapeamento, mas também da complexidade do mapeamento em virtude das variações nos aspectos geomorfológicos relacionados à Formação Barreiras e ao embasamento na região. O relevo típico da Formação Barreiras, colinas suaves com topos planos, também pode ser verificado, localmente, em áreas do embasamento. Além disso, a Formação Barreiras também aflora em colinas mais dissecadas, com topos mais agudos, normalmente relacionados ao embasamento. Junta-se a esses fatos, a pequena espessura da Formação Barreiras em várias porções da área.

Além da complexidade de interpretar as imagens aéreas com base nos aspectos geomorfológicos, não há muitos bons afloramentos da Formação Barreiras na área investigada. Essa unidade aflora, na maioria dos casos, bastante alterada e ferruginizada, podendo não exibir nenhuma de suas características sedimentológicas, com pequena espessura aflorante. O embasamento também ocorre geralmente bastante intemperizado, sem evidenciar suas estruturas e, muitas vezes, sob uma cobertura sedimentar inconsolidada (“pós-Barreiras”). Todas essas descrições tornam muito difícil a distinção entre as duas unidades, quando não se encontra nenhum aspecto diagnóstico.

Além do relevo, é possível notar uma grande variação no grau de dissecação fluvial ao longo da Formação Barreiras. Percebe-se que a dissecação atinge o valor mais alto quando está alinhada com maciços do embasamento de orientação NW-SE. A variação no relevo e no grau de dissecação da Formação Barreiras pode refletir a atuação de eventos neotectônicos, principalmente o evento de transcorrência dextral E-W, de idade Pleistoceno-Holoceno (com base em Ribeiro, 2010), que seria responsável pela variação de dissecação fluvial segundo compartimentos com orientação NW-SE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: 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 CDROM.

BREDA, T. C. **Análise multiescalar da Formação Barreiras na área emersa da bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes (RJ)**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 117 p. 2012.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, 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**. Tese (Doutorado em Geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 251 p. 2008.

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.

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

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, 2006.

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

PEIXOTO, C. & HEILBRON, M. **Geologia da Klippe Italva na Região entre Cantagalo e Itaocara, Nordeste do Estado do Rio de Janeiro**. Geociências. São Paulo: UNESP, 29(3): 277-289, 2010.

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

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 256 p. 1989.

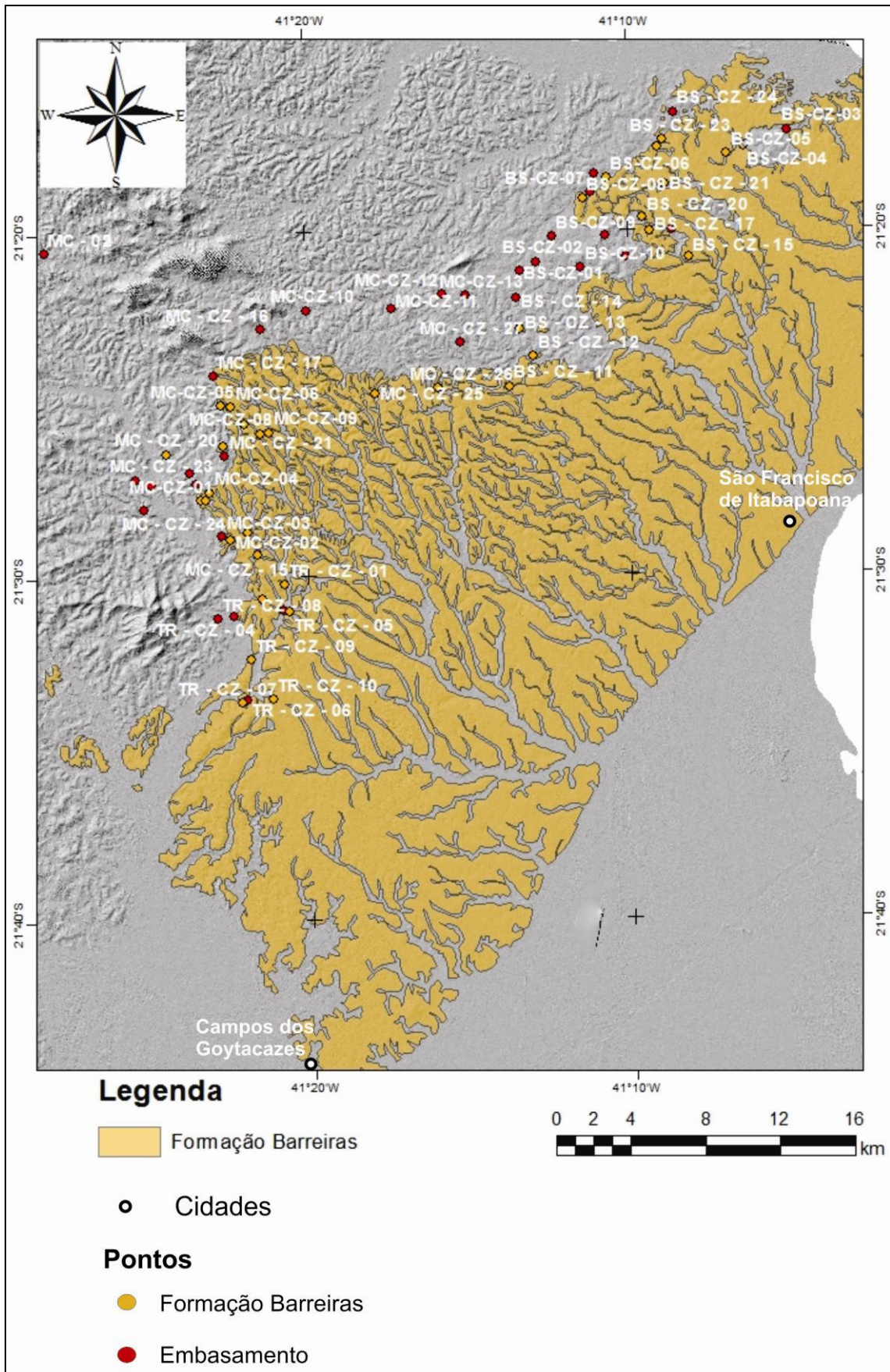
RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V. M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: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

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

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. Trabalho Final de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 50 p. 2003.

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.

APÊNDICE 1 – MAPA DE PONTOS IDENTIFICADOS



APÊNDICE 2 – TABELA DE PONTOS IDENTIFICADOS

| Ponto | Coordenadas | | Litologia |
|-------------------------|-------------|---------|--------------------|
| | X | Y | |
| BS - CZ - 01 | 269550 | 7637126 | Embasamento |
| BS - CZ - 02 | 270420 | 7637585 | Embasamento |
| BS - CZ - 03 | 283856 | 7644735 | Embasamento |
| BS - CZ - 04 | 281517 | 7643872 | Embasamento |
| BS - CZ - 05 | 280646 | 7643433 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 06 | 274182 | 7642120 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 07 | 273361 | 7641346 | Embasamento |
| BS - CZ - 08 | 272944 | 7641018 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 09 | 271283 | 7638940 | Embasamento |
| BS - CZ - 10 | 272830 | 7637299 | Embasamento |
| BS - CZ - 11 | 269044 | 7630914 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 12 | 270315 | 7632545 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 13 | 269584 | 7634000 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 14 | 269381 | 7635675 | Embasamento |
| BS - CZ - 15 | 278631 | 7637923 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 16 | 277729 | 7639330 | Embasamento |
| BS - CZ - 17 | 276531 | 7639283 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 18 | 275275 | 7637916 | Embasamento |
| BS - CZ - 19 | 274132 | 7639017 | Embasamento |
| BS - CZ - 20 | 276129 | 7639999 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 21 | 277333 | 7641789 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 22 | 276887 | 7643811 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 23 | 277162 | 7644166 | Formação Barreiras |
| BS - CZ - 24 | 277766 | 7645661 | Embasamento |
| BS - CZ - 25 | 273526 | 7642339 | Embasamento |
| MC - 02 (Ribeiro, 2010) | 244098 | 7637955 | Embasamento |
| MC - 03 (Ribeiro, 2010) | 250691 | 7627222 | Formação Barreiras |
| MC - 05 (Ribeiro, 2010) | 255056 | 7623004 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 01 | 252797 | 7624734 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 02 | 254111 | 7622642 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 03 | 253650 | 7622817 | Embasamento |
| MC - CZ - 04 | 252992 | 7625158 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 05 | 253602 | 7629818 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 06 | 254102 | 7629755 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 07 | 254845 | 7628829 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 08 | 255709 | 7628335 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 09 | 256152 | 7628410 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 10 | 258106 | 7634958 | Embasamento |
| MC - CZ - 11 | 262722 | 7635077 | Embasamento |
| MC - CZ - 12 | 265392 | 7635849 | Embasamento |
| MC - CZ - 13 | 266681 | 7635764 | Embasamento |

TABELA DE PONTOS IDENTIFICADOS (cont.)

| | | | |
|--------------|--------|---------|--------------------|
| MC - CZ - 14 | 252489 | 7624761 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 15 | 255566 | 7621834 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 16 | 255721 | 7633931 | Embasamento |
| MC - CZ - 17 | 253196 | 7631404 | Embasamento |
| MC - CZ - 18 | 251950 | 7626181 | Embasamento |
| MC - CZ - 19 | 252275 | 7625594 | Embasamento |
| MC - CZ - 20 | 253687 | 7627678 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 21 | 253798 | 7627127 | Embasamento |
| MC - CZ - 22 | 249902 | 7625541 | Embasamento |
| MC - CZ - 23 | 249004 | 7625830 | Pós-Barreiras |
| MC - CZ - 24 | 249473 | 7624238 | Embasamento |
| MC - CZ - 25 | 261872 | 7630506 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 26 | 265198 | 7630803 | Formação Barreiras |
| MC - CZ - 27 | 266388 | 7633273 | Embasamento |
| TR - CZ - 01 | 256998 | 7620254 | Formação Barreiras |
| TR - CZ - 02 | 256946 | 7618874 | Embasamento |
| TR - CZ - 03 | 255798 | 7619471 | Formação Barreiras |
| TR - CZ - 04 | 254293 | 7618546 | Embasamento |
| TR - CZ - 05 | 257280 | 7618790 | Formação Barreiras |
| TR - CZ - 06 | 255016 | 7614050 | Embasamento |
| TR - CZ - 07 | 254781 | 7613866 | Formação Barreiras |
| TR - CZ - 08 | 253449 | 7618406 | Embasamento |
| TR - CZ - 09 | 255246 | 7616221 | Formação Barreiras |
| TR - CZ - 10 | 256437 | 7614068 | Formação Barreiras |

APÊNDICE 3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS IMAGENS

