

2. ÁREA DE ESTUDO

A baía de Sepetiba (Figura 1) possui área de cerca de 520km² e está localizada na Bacia de Santos, estando limitada pelos paralelos 22° 51,50' e 23° 7,50'S e pelos meridianos 43° 35,0' e 44° 1,0'W. Seus limites são a Restinga da Marambaia ao sul, a planície de maré de Guaratiba, a leste, a sudeste pelo Maciço da Pedra Branca e a região da Serra do Mar, a norte/nordeste.

Figura 1 - Imagem de satélite da Baía de Sepetiba.



Fonte: GOOGLE MAPS. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/>>. Acesso em: Dez. 2014. Modificado pelo autor, 2014.

Possui um microclima típico de região litorânea tropical que é influenciado pela localização geográfica, proximidade do mar, natureza da cobertura vegetal, topografia e, circulação atmosférica local. Diversos rios deságuam na baía e, devido a esse aporte fluvial, prevalecem nessa região condições estuarinas (BORGES, 1998).

Destaca-se a desembocadura de rios como o Guandu, Açu, Itaguaí e outros pequenos cursos d'água. O rio Guandu é atualmente o principal responsável por levar água doce e sedimentos clásticos, como argilas e areias, para a região (PEREIRA, 1998).

A parte costeira da baía apresenta características marcantes e alguns elementos se destacam: uma Laguna (baía de Sepetiba), uma ilha barreira (restinga da Marambaia), um delta dominado por processos fluviais (delta do canal do São Francisco), um estuário (estuário do rio Cação), e uma planície de maré em grande parte coberta por manguezais onde encontra-se o mangue de Guaratiba, estruturas e feições que foram formadas e controladas por

eventos posteriores à Transgressão Flandriana, (BRÖNNIMANN et al,1981). Na Tabela 1 apresentam-se resumidas as principais características da área de estudo.

Tabela 1 - Principais características geodinâmicas da baía de Sepetiba -RJ.

Origem e Formação:	Formada na última regressão do nível do mar, há cerca de 3500 anos.			
Restinga da Marambaia:	É uma imensa barragem de areia que, apesar de seus poucos metros acima do nível do mar, funciona como um dique, isolando a baía. Tem 40 km de extensão e largura máxima de 5 km.			
Superfície:	520 km ²	Perímetro:	170,5 km.	Volume: 3,5 x 10 ⁹ m ³
Largura máxima:	12,5 (norte-sul)	Comprimento máximo:	25,0 (leste – oeste)	
Batimetria:	Possui de 2 a 12 m de profundidade, exceto nos canais, onde é maior. Aproximadamente 50% de sua área é inferior a 6 metros. A baía possui três canais no seu setor oeste. O primeiro na entrada, entre a Ilha Guaíba e a Ilha da Marambaia, com máximo de 31 metros de profundidade, que é uma via de acesso ao Porto de Sepetiba. O segundo e principal, entre as ilhas de Itacurussá e Jaguarum, utilizado também como acesso ao porto de Sepetiba, possui profundidade máxima de 24 metros. O terceiro, entre a Ilha de Itacurussá e o continente, atinge 5 metros de profundidade.			
Regime de maré:	Do tipo semi-diurno, com desigualdade diurna, apresentando-se assim com duas preamares e duas baixas mares de diferentes alturas.			
Penetração de Ondas Oceânicas:	Pequena ou desprezível. As ondas no interior da baía são geradas pelos ventos incidentes sobre o corpo líquido, basicamente os de leste, sudeste e nordeste, que provocam as perturbações na superfície da água. Cerca de 99% das ocorrências são de ondas com altura abaixo de 0,75 m, com período compreendido entre 3 a 5 segundos, com raras ocorrências de ondas com alturas entre 1,3 e 1,0 m.			
Ligação com o Oceano, Circulação e Renovação da Água	A entrada de água do mar se dá através de passagens e canais existentes entre o continente e as Ilhas de Itacuruçá, Jaguarum e Pombeba. O canal mais importante fica entre a Ponta dos Castelhanos, na Ilha Grande, e a Ponta Grossa, na Ilha da Marambaia. Na extremidade leste da baía há pequenos canais (Pau Torto, Pedrinho e Bacalhau) com baixas profundidades que estabelece a ligação desta com o oceano, através da "barra de Guaratiba". Considera-se em ordem crescente de importância, as seguintes áreas de entrada de correntes na baía: canais em Barra de Guaratiba; área entre a Ilha Grande e o Morro da Marambaia e a Ilha Jaguarum e; a região entre as ilhas de Jaguarum e Itacuruçá e o continente. A circulação de água na baía é regida pelo fluxo e refluxo da maré. Como na maioria das baías e estuários, a onda de maré na Baía de Sepetiba é do tipo estacionária, que não dependem tanto da profundidade, mas sim da amplitude e de outros fatores físicos, como ventos, morfologia de fundo e configuração de canais. No caso da Baía de Sepetiba, os fatores determinantes da circulação são a maré, as morfologias costeiras e de fundo e o vento. O padrão de circulação da Baía de Sepetiba resulta em um pequeno tempo de residência da água, O (4,17 dias), uma grande mistura da coluna d'água e a ausência de estratificação.			
Qualidade da Água e Salinidade	Corpo de águas salinas e salobras semi-enclausurado. A invasão das águas do mar pelas correntes de maré e o aporte fluvial do Canal de São Francisco e do Rio Piracão tem uma influência significativa na distribuição da salinidade dentro da baía. De forma geral, a salinidade está compreendida entre 34‰ e 20‰, sendo que o fundo da baía e as áreas costeiras apresentam salinidade inferior a 30‰. Na parte central, e próximo ao cordão rochoso da ilha de Jaguarum a salinidade varia entre 30‰ e 34‰.			
Sedimentos	São compostos de bancos arenosos, silteosos e argilosos. Os sedimentos dominantes são representados pelos clásticos finos, argilo-silteicos e areno-silteicos. Em alguns trechos, os sedimentos são arenosos e mais grosseiros, principalmente ao longo da restinga, próximo às áreas onde se faz a ligação com o mar e junto à foz do Canal de São Francisco, onde se forma pequeno delta e atuam processos fluviais. Cerca de 70 % da área de distribuição dos sedimentos são compostos de silte e argila, característica apresentada também em áreas circunvizinhas à ilha da Madeira e, principalmente, no interior do Saco da Coroa Grande, bem como na Baía da Marambaia. A taxa de sedimentação da baía é estimada entre 0,30 a 1,0 cm por ano.			
Número de Praias:	55 praias continentais e 40 insulares			
Ilhas:	49 ilhas e ilhotas, sendo as principais as de Itacurussá, Madeira, Jaguarum, Guaíba, Furtada, Martins, Cutatá-Açu, Vigia Grande, Bonita, Saracura e Jardins.			

Fonte: Retirado de SEMADS (2001).

A presença de ilhas migmatíticas forma uma espécie de barreira, a oeste próximo à entrada da baía, onde ocorre a principal conexão com o oceano. Do lado leste esta conexão ocorre de forma precária através de um canal localizado próximo a barra de Guaratiba (Figura 2).

Próximo a esse local, devido à baixa energia e oscilações da maré, existe uma ampla área intermarés onde se desenvolvem planícies de inundação que promovem o desenvolvimento de manguezais (SANTOS, 2000).

A Baía de Sepetiba é semiconfiada pela restinga da Marambaia com aproximadamente 40 km de extensão, largura de 5 km e na parte central possui uma faixa estreita de 100m, sua topografia apresenta maior elevação a 640 m na parte oeste, representada pelo espigão rochoso do pico da Marambaia. O corpo principal da restinga é formado por dois cordões arenosos paralelos que são bem diferenciados no setor oeste e menos definido nos setores central e leste. Suguio et al. (1978) referem-se à restinga da Marambaia como sendo uma das feições geomorfológicas típicas da baía de Sepetiba, situada entre os afloramentos cristalinos, delimitando uma zona lagunar em fase de colmatação. Praias são as feições mais comuns encontradas tanto do lado oceânico quanto do lado da baía.

Figura 2 - Mapa da baía de Sepetiba mostrando a restinga da Marambaia e destacando as conexões da baía com o oceano.

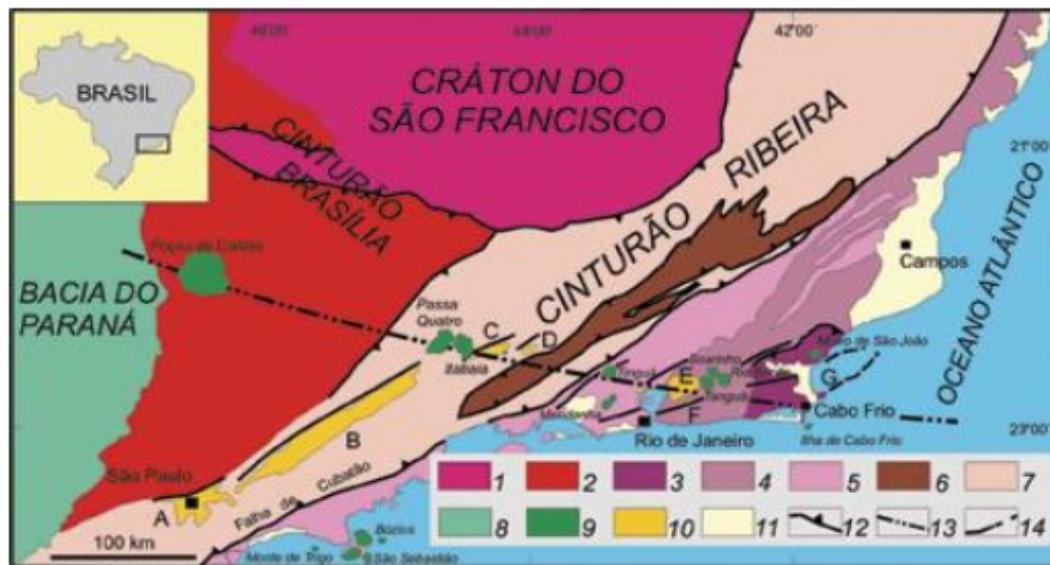


Legenda: O quadro 1 mostra o cordão de ilhas migmatíticas e o quadro 2 mostra o canal em Barra de Guaratiba.
Fonte: RAMOS (2013). Retirado pelo autor, 2014.

2.1 Contexto Geológico Regional

Durante a orogênese Brasiliana formou-se a faixa Móvel Ribeira, na borda do Cráton São Francisco, ao longo da margem SSE da Faixa Brasília (Figura.3). O estado do Rio de Janeiro está inserido neste contexto geológico.

Figura 3 - Mapa tectônico da região Sudeste do Brasil.



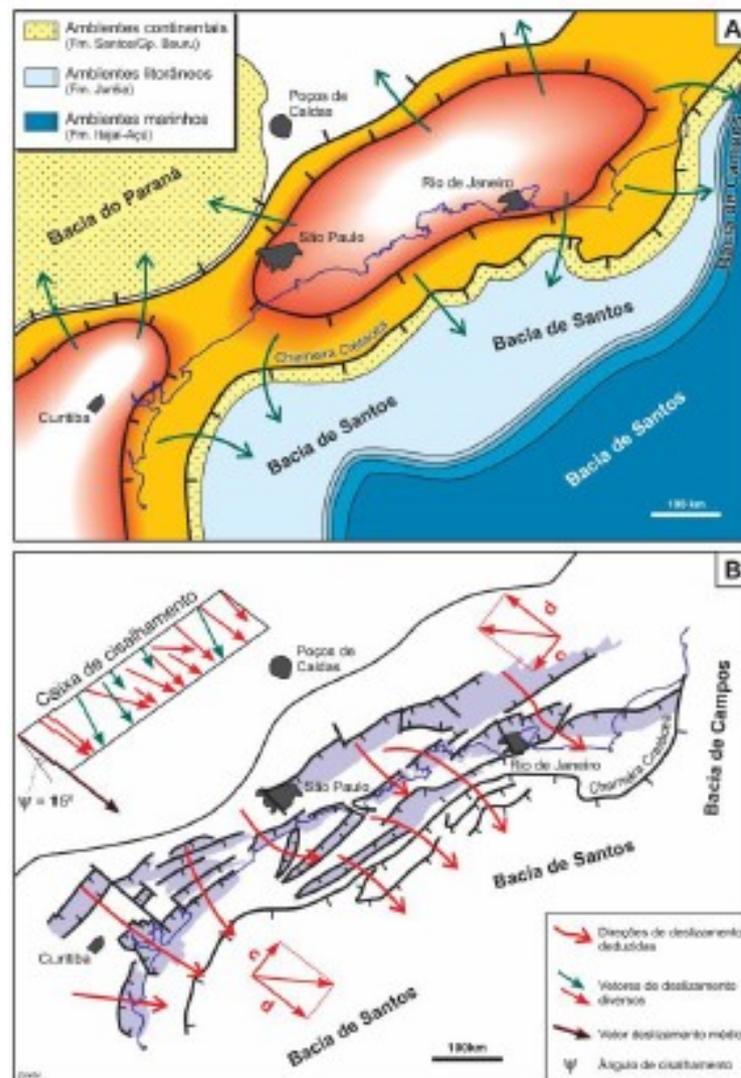
Fonte: RICCOMINI (1989), FERRARI (1990), MOHRIAK & BARROS (1990), HEILBRON et al (2000) e FERRARI (2001). Modificado pelo autor, 2014.

Segundo Heilbron et al. (2000), a Faixa Ribeira é constituída de rochas Proterozoicas remobilizadas e metamorfizadas no Ciclo Brasileiro (720-590 Ma), que acabaram por formar o embasamento das bacias sedimentares da região. Em sua porção interna está inserido o Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (SRCSB), assim definido por Zalán & Oliveira (2005), que abriga o Gráben da Guanabara, domínio tectônico onde se localiza a baía de Sepetiba.

2.1.1 Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB)

Almeida (1967) atribuiu a formação do Sistema de Riftes da Serra do Mar à passagem da placa Sul Americana por uma anomalia térmica, o que causou soerguimento, sem tectonismo, e deu início à formação da Serra do Mar Cretácea (SMC) (Figura 4).

Figura 4 – A) mostra a reconstituição da Serra do Mar Cretácea (área alaranjada) e também a linha de costa atual (linha azul). B) mostra os riftes (cinza) que se desenvolveram durante o Cenozóico por colapso gravitacional da Serra do Mar Cretácea



Fonte: ZALÁN & OLIVEIRA (2005). Retirado pelo autor, 2014.

À medida que seu topo era exposto sofria ação de processos erosivos que o aplainava. Tal fenômeno findou-se no limite Cretáceo/Terciário com formação de um mega planalto de 200 m acima do nível do mar (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005). Tal formação cenozoica aplainada rompeu-se em algumas áreas dando origem a um movimento de blocos e formação de grábens e de cinco principais bacias cenozoicas do sudeste brasileiro (Curitiba, São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda). Essas bacias estão paralelas à linha de costa, coincidindo com a atual linha de charneira das bacias de Santos e Campos (ZALÁN e ALMEIDA, 2005).

O megaplanalto formado no soerguimento durante o Neocretáceo e definido por feições estruturais identificadas por Almeida (1967) recebeu o nome de Superfície de Aplainamento Japi (SAJ). Com a deformação tectônica Cenozoica da SAJ, formaram-se

corredores de grábens que originaram as serras Mantiqueira e Mar e passaram a constituir o Sistema de Riftes da Serra do Mar (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998).

O Sistema de Riftes da Serra do Mar proposto por Almeida (1967) foi questionado por Riccomini (1989), que introduz a nomenclatura de “Rift Cenozóico do Sudeste do Brasil” (RCSB). Este autor sugere uma nomenclatura singular de “*Rift*” devido ao aspecto geomorfológico feição formada apresentar uma maior continuidade e evidenciar quando comparado com a descrita anteriormente a unidade de grábens. O termo “Continental” separaria a região oceânica da bacia de Santos da região continental, destacando o Rift como entidade tectônica da área continental emersa. “Sudeste do Brasil” substituiria o termo “Serra do Mar” que representava apenas uma das feições originadas por este relevo e ter mais abrangência devido à localização geográfica desta feição.

Em 2005, estudos de Zalán & Oliveira, verificaram que o RCSB era mais abrangente e o denominaram de “Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil” (SRCSB), caracterizando-o como uma feição alongada de direção ENE na porção interna da faixa móvel Ribeira.

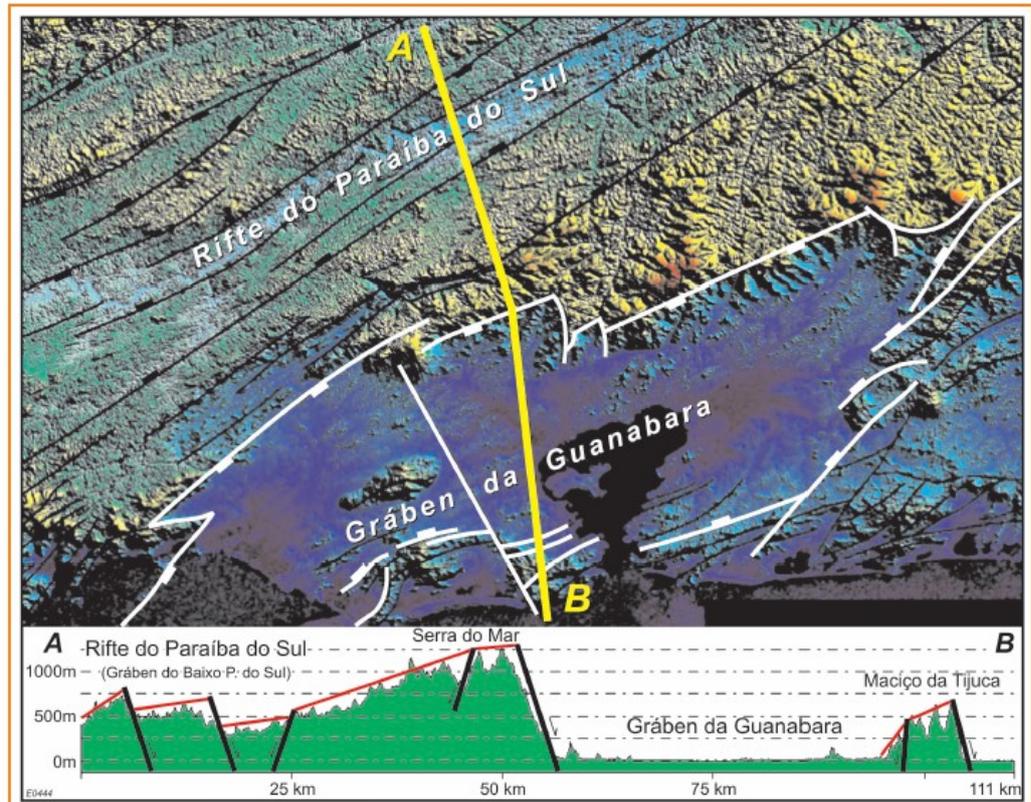
2.1.2 Gráben da Guanabara

O gráben da Guanabara é apresentado por Zalán & Oliveira (2005), como sendo parte de um rifte compartimentado, conhecido como Rifte Litorâneo, que juntamente com o rifte do Paraíba do Sul, O Rifte Ribeira e o Rifte Marítimo, fazem parte do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil, SRCSB (Figura 5).

De acordo com Almeida & Carneiro (1998), o gráben da Guanabara formou-se no Paleoceno no interior do planalto Atlântico estendendo-se bem mais para sudeste até a Serra do Mar e nesta ocasião, elevando-se junto à falha de Santos.

Durante meia centena de milhões de anos, a ação de um recuo erosivo em suas escarpas causou uma aproximação da borda sul do gráben levando à formação de morros e serras que constituem os maciços litorâneos: a Ilha Grande e a de Sepetiba; as serras da Carioca e Niterói, e mais para leste, outras serras e morros costeiros (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

Figura 5 - Perfil morfo-estrutural da Zona de Riftes do Paraíba do Sul e do Gráben da Guanabara, segmentos que compõem o SRCSB

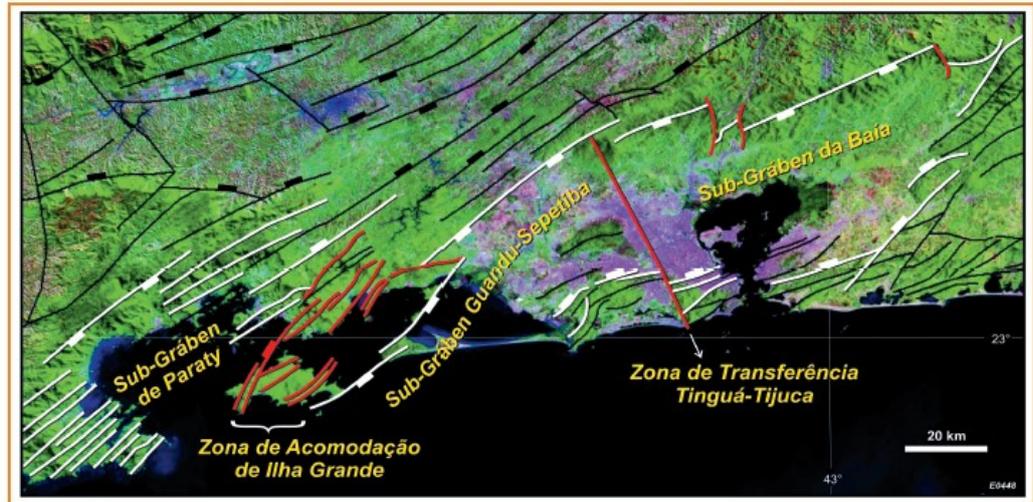


Fonte: ZALÁN & OLIVEIRA (2005). Retirado pelo autor, 2014.

Para Zalán & Oliveira (2005), a formação do gráben da Guanabara envolveu processos tafrogênicos, caracterizados por falhamentos normais, sedimentação e magmatismo, durante o Terciário. O gráben da Guanabara se estende até a cidade de Paraty, englobando os maciços litorâneos (Serra de Uruçanga/Carioca/Pedra Branca, Pico da Marambaia e Ilha Grande) e as baías de Sepetiba e Ilha Grande, e está subdividido em sub-gráben da baía, sub-gráben Guandu-Sepetiba onde se localiza a área de estudos, e sub-gráben Paraty. A Zona de Transferência Tinguá-Tijuca e a Zona de Acomodação de Ilha Grande separam os sub-grábens (Figura 6).

De acordo com Zalán & Oliveira (2005) o perfil topográfico dos grábens é invariavelmente assimétrico com a borda falhada sempre no pé da Serra do Mar (desníveis variando de 1.200 – 2.200 m) e marcado pelo domínio de estruturas no estilo dominó. (Figura 7).

Figura 6 - Localização da área deste estudo no contexto de sub-grábens associados ao gráben da Guanabara, apresentado por ZALAN & OLIVEIRA, (2005).



Fonte: ZALAN & OLIVEIRA, (2005). Retirado pelo autor, 2014.

Figura 7 - Configuração estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB) proposta por Zalán E Oliveira (2005), representada sobre imagem de satélite do Sudeste do Brasil.



Legenda: Números indicam grábens dentro dos riftes: Paraíba do Sul: (1) São Paulo, (2) Taubaté, (3) Queluz, (4) Resende-Volta Redonda, (5) Baixo Paraíba do Sul; Litorâneo: (6) Barra de São João, (7) Guanabara, (8) Ubatuba, (9) Santos, (10) Ribeira do Iguape, (11) Cananéia, (12) Paranaguá; Ribeira: (13) Sete Barras, (14) Alto Ribeira.

Fonte: ZALÁN & OLIVEIRA (2005). Modificado pelo autor, 2014.

O rifte da Guanabara apresenta-se como uma feição tectonicamente deprimida, cuja origem tem sido relacionada à evolução da margem continental adjacente. Sua instalação se deu sobre rochas do embasamento Pré-Cambriano, constituído por gnaisses e migmatitos

(meta-ígneas do Complexo Rio Negro) e granito-gnaisses (granitoide Rio Turvo) (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005).

Os tipos litológicos mais antigos são os migmatitos quartzo-feldspáticos do Complexo Serra dos Órgãos e os granulitos e charnokitos retrometamorfizados do Complexo Juiz de Fora. Sobre essas sequências, está assentada uma metassedimentar migmatizada mais nova, do Complexo Paraíba do Sul.

2.1.3 Caracterização Geológica da Área de Estudo

A região abrangida neste estudo é caracterizada por Ponçano (1979) pela presença de 3 unidades geológicas distintas:

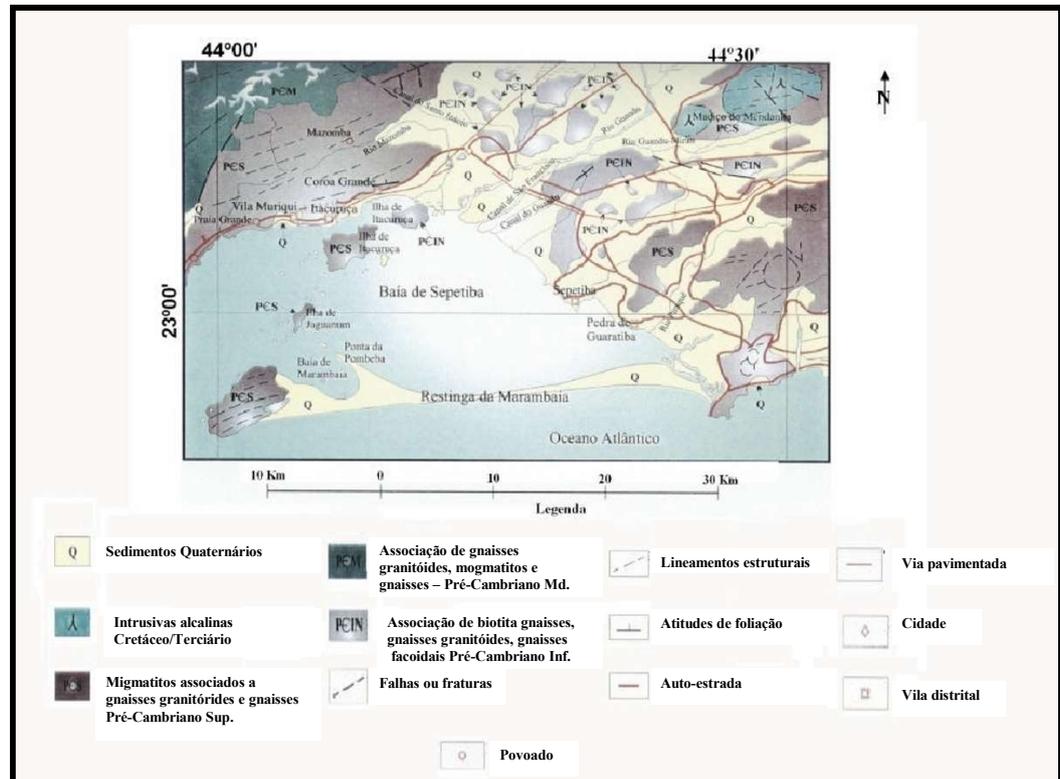
- A primeira é constituída de rochas ígneas e metamórficas de idade Pré-Cambriana e orientação geral NE. Estas direções Pré-Cambrianas fornecem o arcabouço do relevo local, abrigando planícies costeiras, a Serra do Mar, morros e ilhotas, todos de orientação NE.
- A segunda é formada por rochas intrusivas básicas e alcalinas com idade estimada Meso-Terciária presentes na Serra do Mendanha e Maciço do Tinguá. A disposição destas rochas se dá em forma de diques de orientação primária NE e subordinada de NW. Sua presença permite, segundo Pereira (1998), a ocorrência de picos elevados nesta região devido à resistência destas rochas à ação do intemperismo e da erosão.
- A terceira unidade é composta por sedimentos Quaternários nas planícies costeiras, abrangendo desde sedimentos fluviais, a canais de maré e manguezais, formando a Baixada de Sepetiba e a Restinga da Marambaia.

A planície Quaternária estende-se lateralmente a Serra do Mar, sendo formada por areias de praias primitivas recobertas por camada de argila impermeável. As serras de entorno à baixada de Sepetiba são constituídas de rochas granito-gnaissicas intercaladas por veios de diabásio e grande quantidade de pirita com suas estrias típicas.

Podem ser observados na região vários picos de rochas nefelínicas e o maciço Gericinó-Marapicú, que limita a baixada leste e é constituído por rocha efusiva da família dos fonólitos.

O Mapa Geológico simplificado da baía de Sepetiba (COELHO, 1999) mostra exatamente as 3 unidades descritas acima, sendo que a primeira está subdividida em outras 3, de acordo com a idade e composição (Figura 8).

Figura 8 - Mapa geológico simplificado da Baía de Sepetiba



Fonte: FONSECA et al. *apud* COELHO, 1999. Alterado pelo autor, 2014.

2.2 Bacias Hidrográficas contribuintes à Baía de Sepetiba

As bacias hidrográficas contribuintes à baía de Sepetiba estão inseridas em uma área de 2.654 km² e apresenta dois conjuntos fisiográficos distintos: (i) o Domínio Serrano, representado por montanhas e escarpas da vertente oceânica da Serra do Mar, (ii) Maciços Costeiros (Pedra Branca, Mendanha, Ilha da Marambaia), e o (iii) Baixada de Sepetiba, representado por uma extensa planície flúvio-marinha, atravessada por rios que desembocam na baía de Sepetiba (SEMADS/2001).

As partes mais elevadas do Domínio Serrano, acima de 800 m, situam-se nas Serras do Mazomba e do Couto e nos maciços do Tinguá, Mendanha, e Pedra Branca. Em uma zona intermediária desse domínio, 200-400 e 400-600m, localizam-se os vales do alto Rio Guandu

(Serra das Araras) e Rio Santana, onde a Serra do Mar apresenta um relevo mais dissecado. As drenagens são controladas pelas feições morfoestruturais, designadas por rios provenientes de escarpas da Serra do Mar em direção ao Oceano Atlântico, convergindo para a Baixada de Sepetiba e contribuindo com o desenvolvimento da planície costeira (CARELLI, 2007).

Os Maciços Costeiros sobressaem na topografia, distribuindo-se ao longo da faixa costeira, na direção N-NE, Esses maciços se dispõem ao longo da costa com orientação geral NE-SW, tangenciando a linha da costa intercalada pelas planícies costeiras, compreendem colinas, pães-de-açúcar, serras orientadas e um conjunto morfológico mais elevado, onde se destaca o maciço de Mendanha-Gericino-Madureira (SEMADS/2001).

As colinas ocorrem em pequenas áreas nos sopés das escarpas separadas pelas planícies fluviais, apresentando uma cobertura coluvial no topo separada dos materiais de alteração do substrato rochoso por uma linha de seixos. As declividades acentuadas das encostas, os elevados índices de pluviosidade e a degradação da cobertura vegetal, proporcionam alta suscetibilidade a erosão por movimentos de massa (SEMADS/2001).

A planície costeira apresenta sua parte interna preenchida por sedimentos fluviais que se intercalam com depósitos coluvionares permitindo a formação de um amplo sistema de leques aluviais coalescentes que nas suas porções distais se interdigitam com sedimentos deltáuticos, lagunares e marinhos que podem ter sido gerados por diversos fatores como mudanças climáticas, variações do nível do mar (Pleisto/Holocênica) e grande influência da tectônica regional (CPRM, 2001).

A restinga da Marambaia protege a baía de Sepetiba da ação do mar e por apresentar características de semiconfinamento, o material transportado pelos rios que desembocam na baía vai sendo depositados progressivamente. Os rios são os principais responsáveis pelo aporte de água doce e carga sedimentar continental, sendo o canal do São Francisco o mais importante (SEMADS/2001). Especialmente após a transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul, na serra das Araras para os rios Ribeirão das Lages/Guandú/Canal de São Francisco, que implicou não somente no maior volume de águas imposto ao Ribeirão das Lages/Guandú/Canal de São Francisco, mas juntamente com as inúmeras alterações geomorfológicas eventualmente já estabilizadas, muito contribuiu para o preenchimento sedimentar da baía de Sepetiba (CARELLI, 2007).

A carga sedimentar que chega vai perdendo força e gradualmente vai se depositando e assim a baía de Sepetiba vai diminuindo a lâmina d'água, esta dinâmica permite a formação de deltas, como o que acontece na desembocadura do rio São Francisco (CARELLI, 2007).