

## 3. Diagnóstico Ambiental

### 3.1 - MEIO FÍSICO

#### COMO É O CLIMA NESTA REGIÃO? E AS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS?

Para apresentação da descrição dos parâmetros meteorológicos separou-se a região costeira da oceânica e, na primeira, incluiu-se resumidamente a diagnose do meso-clima em questão e informações meteorológicas das estações costeiras mais próximas. Utilizou-se a estação meteorológica de Campos, estação 8398 (latitude: 21°45'S, longitude: 41°20'W), do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, para o período de 1989 a 1999 onde foram obtidos os dados de evaporação Piché, precipitação e as médias mensais de 1999 dos principais parâmetros meteorológicos; utilizou-se séries históricas da estação de Macaé (latitude: 21°21'S, longitude: 41°48'W) para as classificações climatológicas; utilizou-se também a estação Rio de Janeiro do INMET para determinação das médias mensais relativas a 1999 dos parâmetros meteorológicos, visando uma avaliação das tendências das estatísticas climatológicas.

As informações meteorológicas da região oceânica foram consistidas para os subquadrados de Mardsen 10 e 20 do quadrado 376 e para os 19 e 29 do quadrado 375, fornecidas pelo Banco Nacional de Dados Oceanográficos – BNDO, e obtidas a partir de dados *ship* da região.

A área adjacente à região de estudo é genericamente caracterizada pelo clima úmido de estação chuvosa no verão e seca no inverno (clima Aw de Köppen), apresentando especificamente clima tropical com chuva no verão e dois períodos secos no inverno (clima Aw' de Köppen adaptado ao Brasil). A classificação climática de Gausson considera mais freqüente na área o clima ombrófilo, sem déficit hídrico e com acentuada influência marinha.

A área costeira à região da Bacia de Campos apresenta uniformidade climática, porém com particularidades locais, permitindo duas especificações de Thornthwaite para o clima subúmido:

- subúmido úmido, com pouco ou nenhum déficit de água, mesotérmico, com calor bem distribuído o ano todo, no trecho de Armação de Búzios até um limite pouco definido nas proximidades do rio Macaé.
- subúmido seco, com grande excesso de água no verão, megatérmico, com calor bem distribuído o ano todo, a partir das proximidades da Lagoa Feia.

As distribuições sazonais dos diversos parâmetros climáticos são ciclicamente uniformes, exceto a de insolação, que é alta devido à latitude em que se encontra, mas dependente de diversos parâmetros meteorológicos e orográficos, pois é função da nebulosidade. Esta é acentuada, principalmente na primavera. Neste trecho da costa brasileira a ventilação é forte e a precipitação reduzida.

Médias mensais atuais em região costeira e ao nível do mar demonstram a manutenção do quadro climatológico histórico, descrito acima, e a possibilidade de extrapolações dentro da região adjacente à Bacia de Campos para generalizações de aspectos meteorológicos.

#### **REGIME DE VENTOS**

A região da Bacia de Campos apresenta-se sob efeito regular dos sistemas atmosféricos Tropical Atlântico – TA e Polar Atlântico – PA, predominando o TA, causando aumento de estabilidade e bom tempo (Violante, 1998), e relacionando-se com o PA com a penetração das frentes frias vindas do sul.

O Sistema Anti-Ciclônico Subtropical semi-estacionário do Atlântico Sul gera os ventos dos quadrantes norte e leste durante o ano todo. Esses ventos, predominantes, apresentam valores de velocidade média em torno de 8,0 m/s e ocorrência superior a 65%. A maior ocorrência se encontra entre 4,0 e 5,0 m/s com 15,43%, caracterizando uma região de ventos fracos a moderados. Os maiores valores médios de velocidade de vento ocorrem no verão e relacionam-se com as direções norte e nordeste, respectivamente 8,32 e 8,22 m/s.

O sistema Polar Atlântico, relacionado aos anti-ciclones continental e marítimo e à entrada das frentes frias, é responsável pelos ventos do quadrante sul. Esses ventos são mais freqüentes em julho e não são intensos.

Os ventos do quadrante oeste, com propagação típica de sudoeste para nordeste, são gerados a partir da inversão do sistema frontal frio de oeste para leste. A penetração deste sistema é mais freqüente no inverno, com média de uma invasão por semana.

Em resumo, a análise conjunta dos dados permite dizer que para a região oceânica em questão os ventos predominantes (freqüência e intensidade) são os de Nordeste – NE, durante o ano todo, associados à alta do Atlântico Sub-tropical, que é semi-perene. Nos meses de inverno (junho, julho, agosto) aparece um equilíbrio na intensidade dos ventos de Sudoeste – SW, associados à passagem de frentes frias da Antártica, embora os ventos de NE continuem mais freqüentes. Registra-se a presença significativa de calmaria em abril e em janeiro (dados do BNDO; Romano & Alves<sup>1</sup>, *In* Sistema de Tratamento e Descarte dos Efluentes Oleosos da Estação de Cabiúnas - EIA - TOMO I, VOLUME 2, 1992).

### PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

As temperaturas médias do ar e do mar apresentam valores e variação sazonal própria da região, o mesmo acontecendo com a do ponto de orvalho, tendo essa última pouca variabilidade. A temperatura média do ar obtida através dos dados do BNDO foi de 24,8 °C. As médias mensais elevam-se na primavera (outubro), permanecendo altas até quase o final do outono (maio). A amplitude da variação da temperatura média mensal do ar é de aproximadamente 4°C, atingindo o máximo em março e o mínimo em agosto. A temperatura média anual do mar para o período é de 24,2 °C. As médias mensais aumentam em novembro, permanecendo altas até maio. A amplitude de variação da temperatura média mensal do mar é menor que 4°C, o máximo ocorrendo em março e o mínimo em outubro.

Dados meteorológicos obtidos na Bacia de Campos no período de 1966 a 1998 forneceram as informações constantes na Tabela 10. Nota-se que os valores médios de temperatura do ar obtidos aproximam-se para o mês de fevereiro, enquanto que os valores de precipitação são muito díspares, o que se explica pela grande diferença de tamanho de registro considerada nos dois casos.

Tabela 10: Parâmetros Meteorológicos.

PARÂMETRO	VALORAÇÃO	VALOR	UNIDADE
PRESSÃO ATMOSFÉRICA	máximo absoluto	1033.0	hPa
	média	1014.8	hPa
	mínimo absoluto	999.0	hPa
UMIDADE RELATIVA	máximo absoluto	100	%
	média	82	%
	mínimo absoluto	33	%
PRECIPITAÇÃO	máx. absoluto anual	1360	mm
	altura total máx. mensal	304	mm
	altura total mín. mensal	2	mm
	máx. horário para 24h	115	mm
TEMPERATURA DO AR (bulbo seco)	máximo absoluto	36.0	°C
	médio	23.2	°C
	mínimo absoluto	14.0	°C

Fonte: ETBC01, Relatório Interno/ PETROBRAS, 1998

A evaporação é alta ao longo do ano na região, especificamente no verão. Os meses mais chuvosos são os referentes à primavera e ao verão, com a precipitação média mensal aumentando significativamente em setembro e diminuindo em fevereiro, e os mais secos são os de inverno, de maio a junho.

## COMO É A GEOLOGIA NESTA REGIÃO?

A bacia de Campos, assim como as demais bacias sedimentares da Margem Continental Brasileira (Figura 12) têm sua origem relacionada ao processo de formação do Atlântico Sul (Asmus e Porto, 1972; Viro et al, 1985).

A Bacia Sedimentar de Campos, localizada na Margem Continental Brasileira, entre os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (latitudes 21°S e 23° 30'S), é limitada ao norte pelo Alto de Vitória e ao Sul pelo Alto de Cabo Frio, e à oeste pelas rochas do Pré-Cambriano (Winter, 1992). Na região offshore, até a isóbata de 3000m a bacia tem uma área de 93700Km<sup>2</sup> (GEOMAR/PETROBRAS, 2000a), enquanto que na porção emersa a área é de apenas 500Km<sup>2</sup> (Dias 1989, apud Winter, 1992).

A estruturação predominante na Bacia de Campos é a de falhas normais com direção NE-SW, gerando blocos escalonados que apresentam, de forma geral, as maiores profundidades no extremo oeste da bacia.

As bacias sedimentares marginais brasileiras têm seu processo de formação associado à formação de um "RIFT", o que condiciona toda a tectônica das bacias e, conseqüentemente, toda a deposição sedimentar e vulcanismo ocorrido.

Conforme a Carta Estratigráfica da Bacia de Campos (Figura 13) fornecida pelo GEXP/GEINT/PETROBRAS (2000C), observa-se que o Campo de Marlim tem seqüência composta por: embasamento cristalino Pré-Cambriano; basaltos (Fm Cabiúnas); argilitos, folhelhos e evaporitos (Mb Retiro) da Formação Lagoa Feia; calcarenitos, calcilitos, marga e argilito/folhelho (Membros Quissamã e Outeiro) da Formação Macaé e folhelhos da Fm Ubatuba com intercalações de arenito turbidítico da Formação Carapebus.

Assim, no campo de Marlim, temos uma seqüência composta por:

- Embasamento Cristalino Pré-Cambriano;
- Basaltos da Formação Cabiúnas;
- Argilito/Folhelho e Evaporitos (Membro Retiro), da Formação Lagoa Feia;
- Calcarenitos, Calcilitos, Marga e Argilito/Folhelho dos Membros Quissamã e Outeiro, pertencentes à Formação Macaé;
- Folhelhos da Formação Ubatuba, com intercalações de Arenito Turbidítico da Formação Carapebus.

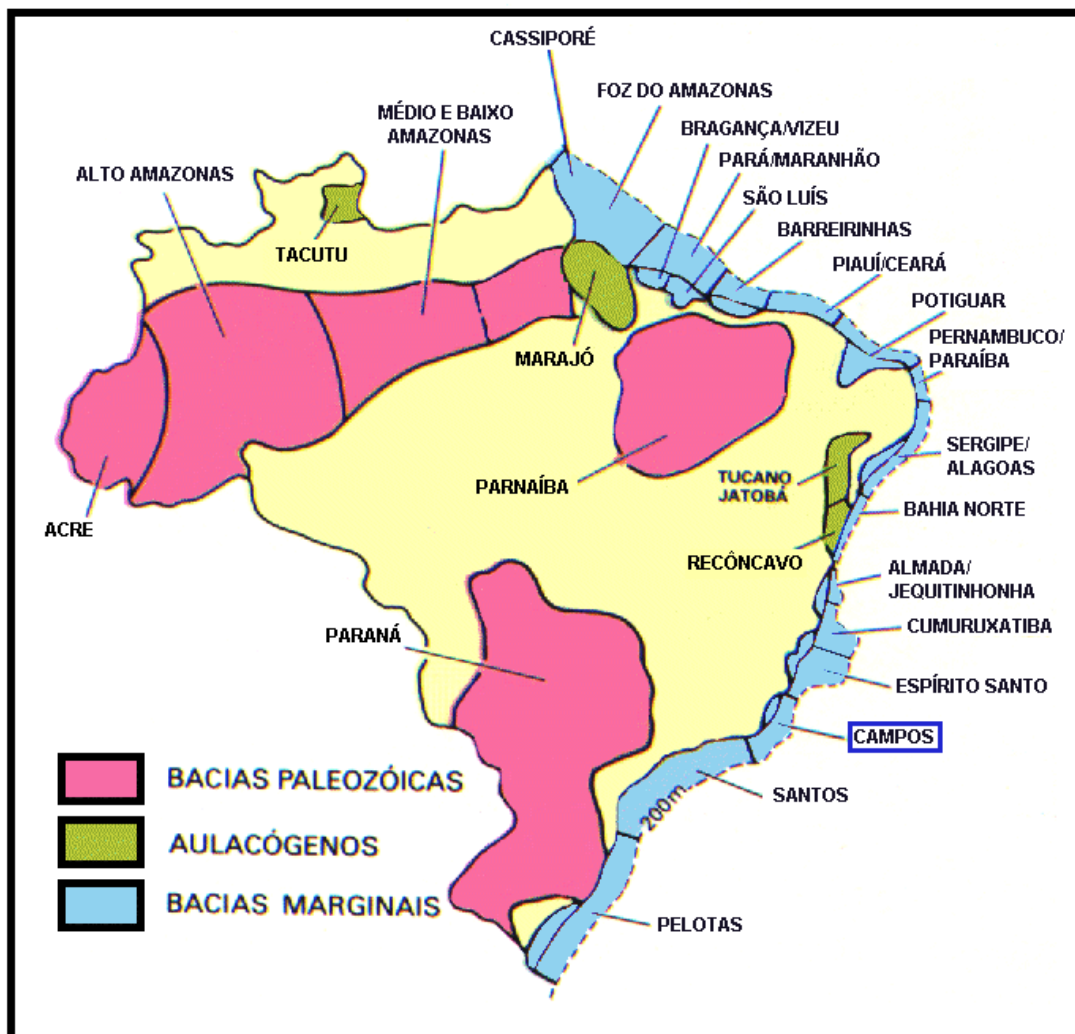
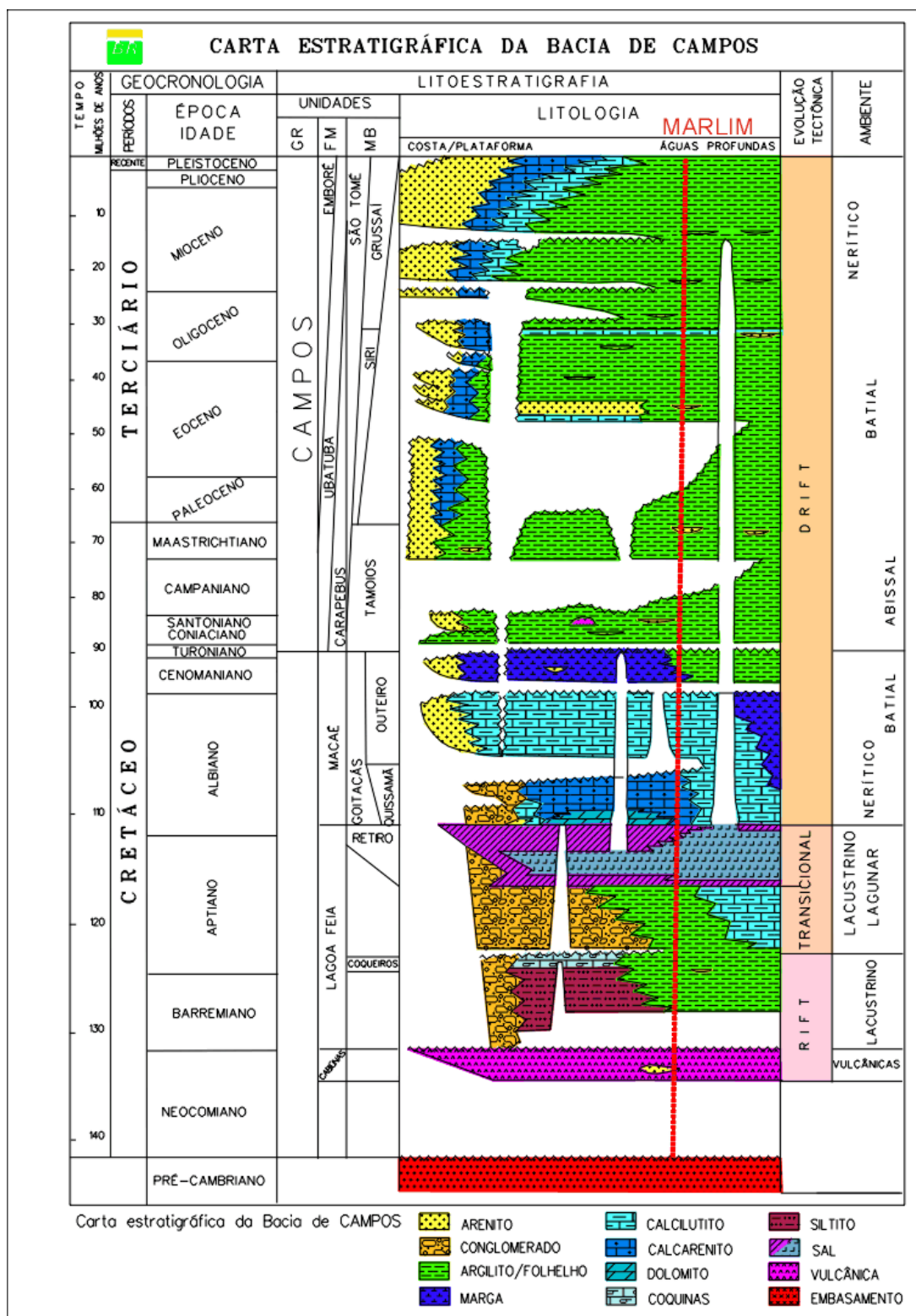


Figura 12: Mapa mostrando as Bacias Sedimentares Brasileiras (alterada de Viro et all, 1985).



Fonte: GEXP/GEIN/PETROBRAS (2000D)

**Figura 13: Carta Estratigráfica da Bacia de Campos, incluindo a localização do campo de Marlim.**

## E A GEOMORFOLOGIA? COMO É?

O litoral brasileiro é dividido em compartimentos de acordo com os condicionamentos geológico/geomorfológicos (lineamentos estruturais e orientação da linha de costa) e oceanográficos (clima de ondas, transporte litorâneo e amplitude de maré). Muehe (1998), tomando como base classificação feita por Silveria (1964), com algumas alterações de acordo com informações atualizadas, define cinco regiões, nas quais temos 19 compartimentos. Deve-se notar que as regiões não coincidem com as regiões adotadas oficialmente.

Localizada entre Vitória e Cabo Frio, a bacia de Campos, inserida no litoral oriental, está incluída nos Macro-Compartimentos Geomorfológicos 11 e 12, denominados respectivamente de Embaiamento de Tubarão e Bacia de Campos (Muehe, 1998). São observadas as Províncias Geomorfológicas: Serra do Mar (800 a 1000m de altitude média); Colinas e Maciços; Tabuleiros Costeiros e Planície Litorânea (Gatto, 1983). O Cabo de São Tomé é um marco, indicando a mudança de direção da linha de costa (Bastos, 1997).

O rio Paraíba do Sul é o principal rio que deságua na região, desenvolvendo-se na sua desembocadura um sistema deltaico com formação de cristas sucessivas de características diferenciadas a norte e a sul da foz. A costa da região é dominada pelas praias arenosas oceânicas, ocorrendo, localizadamente, costões rochosos e lajes. Próximo à desembocadura dos rios há a ocorrência de manguezais.

A porção marinha da Margem Continental Brasileira entre Cabo Frio e Vitória tem perfil típico de margem passiva, com Plataforma Continental, Talude Continental e Sopé Continental.

Zembruski et all (1977), dividiu a Margem Continental Brasileira em três grandes regiões, tendo esta divisão sido adotada para a confecção dos mapas fisiográficos em escala 1:35000.000 do Projeto REMAC (CENPES/PETROBRAS, 1979). Essas regiões são denominadas Norte, Nordeste-Leste e Sul.

A região Norte abrange a Margem Continental entre Cabo Orange (AP) até a Baía de São Marcos (MA), sendo constituída de Plataforma, Talude e Sopé bem desenvolvidas, e pelo cone do Amazonas. Predominaram os processos de deposição e erosão na modelagem do relevo.

A região Nordeste-Leste, entre a baía de São Marcos (MA) e o Cabo de São Tomé (RJ), distingue-se pela complexidade do relevo derivado de atividades vulcânicas e tectônicas intensas.

A topografia é acidentada, com presença de terraços, platôs e feições salientes de nítido controle estrutural. São abundantes os montes submarinos que, isolados ou em grupos (alinhados ou não), ocupam Sopé e Talude Continentais.

A região Sul localizada entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o extremo sul do país, constitui-se a mais ampla, caracterizando-se pela monotonia do relevo na Plataforma, Talude, Sopé Continentais e no Platô de São Paulo. Sua principal condicionante de relevo é a sedimentação, que suaviza os contrastes de declividade entre as províncias fisiográficas.

A Bacia de Campos, localizada entre Vitória (ES) e Cabo Frio (RJ), tem sua porção à Norte do Cabo de São Tomé (RJ) pertencente a Região Nordeste-Leste, enquanto que a sul deste cabo pertence a região sul. Com base na descrição de Zembruski et all (1977) e na observação do mapa fisiográfico da Margem Continental Sul do Brasil (Figura 14), que para efeito de superposição com o mapa da margem Nordeste-Leste tem seu limite se estendendo até acima do Rio Doce, observa-se as províncias da Plataforma Continental, Talude Continental e Sopé Continental.

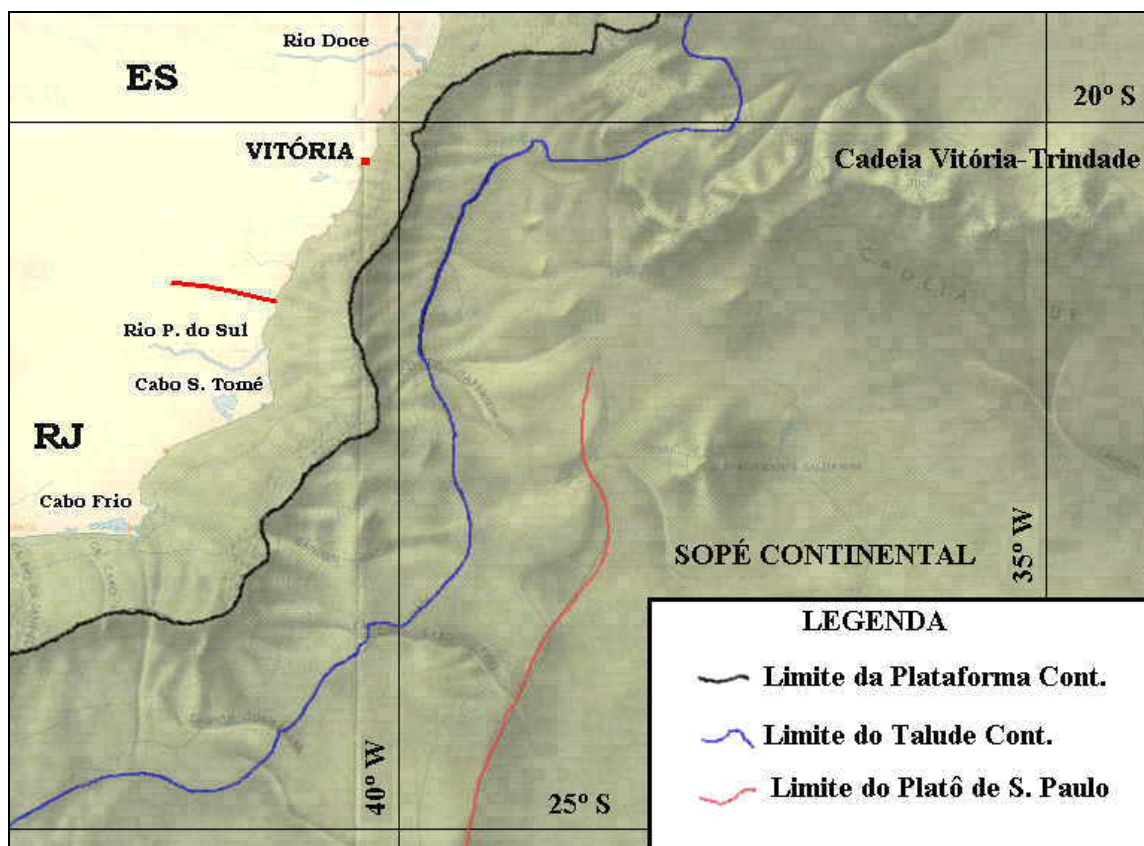


Figura 14: Trecho do Mapa Fisiográfico da Margem Continental Brasileira entre Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro, e Rio Doce, no estado do Espírito Santo (alterado de Zembruscki e Costa, 1979).

**Plataforma Continental** - Entre Vitória (ES) e proximidades do Cabo de São Tomé (RJ) a plataforma é estreita com a quebra situando-se entre 60 metros e 80 metros do trecho do Rio Doce à Vitória, passando a 100 m próximo a Guarapari e recuando à 40m na divisa ES/RJ. A partir daí a largura aumenta (até 120 km frente à Macaé) e a profundidade de quebra passa a situar-se entre 80 e 100/120 m.

**Talude Continental** - É mais estreito e mais íngreme entre a desembocadura do Rio Doce e a divisa entre o RJ e o ES. A partir daí alarga, tornando-se amplo, com o relevo e a baixa inclinação revelando a predominância dos processos deposicionais. Na base do Talude (2900m) desde a divisa do RJ/ES tem-se a presença Platô de São Paulo com a borda externa a 3300m na região. A superfície deste Platô é de cerca de 114.000 Km<sup>2</sup> e seus flancos tem declividade mais suaves nessa região (Zembruscki e Costa, 1977).

**Sopé Continental** – De acordo com descrição de Zemruscki e Costa (op. cit.) o sopé é bem definido na área da Bacia de Campos a norte do Plato de São Paulo, iniciando em torno de 3200 a 3300 m na borda do Plato, sendo amplo (largura entre 300 e 400 km) próximo a Cabo Frio, o que reflete a importância da sedimentação ocorrida na Margem Continental.

Resumindo, a Margem Continental na Região tem perfil típico, composto por uma Plataforma Continental estreita entre Vitória e proximidades do Cabo de São Tomé, passando a ter maior largura deste cabo para sul. A profundidade de quebra varia de 60/80m entre o Rio Doce e Vitória, 40m na divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro e 80/120m para sul. Próximo ao Cabo Frio a plataforma interna é muito estreita, estando relacionada à costa de afloramentos rochosos.

O Talude Continental é cortado por vários Cântons (São Tomé, Almirante Câmara, etc.) à altura do Campo de Albacora, estendendo-se uma passagem de direção NW-SE entre as isóbatas de 2000m e 3000m. A sul do Campo de Marlim notamos a presença do Grupo Sudeste de Cântons, também sendo notada uma passagem de direção NW-SE, que passa a E-W na sua porção final. Entre 2800m e 3000m temos o Platô de São Paulo.

Na Figura 15 apresentada a seguir, tem-se o Mapa Batimétrico, em escala 1:2500000, gerado no programa GEOSOFT 4.3. A base de partida para gerar-se este mapa foram dados fornecidos pelo GEODES/PETROBRAS (formato .XYZ), onde tem-se a coordenada E, a coordenada N e a profundidade. Os dados foram processados, gerando um grid da batimetria, que é representado na forma de relevo sombreado colorido e de isolinhas batimétricas.



**FIGURA 15: MAPA BATIMÉTRICO (A3) - SACOLA**

## COBERTURA SEDIMENTAR E FACIOLOGIA

Os sedimentos superficiais têm a distribuição influenciada pela variação do nível do mar. Em períodos de nível de mar baixo, os sedimentos terrígenos abasteciam a atual plataforma externa e o talude; hoje, com o nível do mar elevado, ficam restritos às áreas estuarinas e plataforma interna.

A descrição da cobertura sedimentar na Margem Continental tomou como base o Mapa Faciológico dos Sedimentos Superficiais da Plataforma; e Sedimentação Quaternária no Oceano Profundo (Kowsmann e Costa, 1979), gerado pelo Projeto REMAC (Figura 16), visto que, ainda hoje, é o trabalho que trata a Margem continental como um todo, embora estejam em fase final de elaboração, por parte das entidades participantes do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), e por isso não disponíveis, ainda, as Cartas Sedimentológicas da Margem Continental Brasileira.

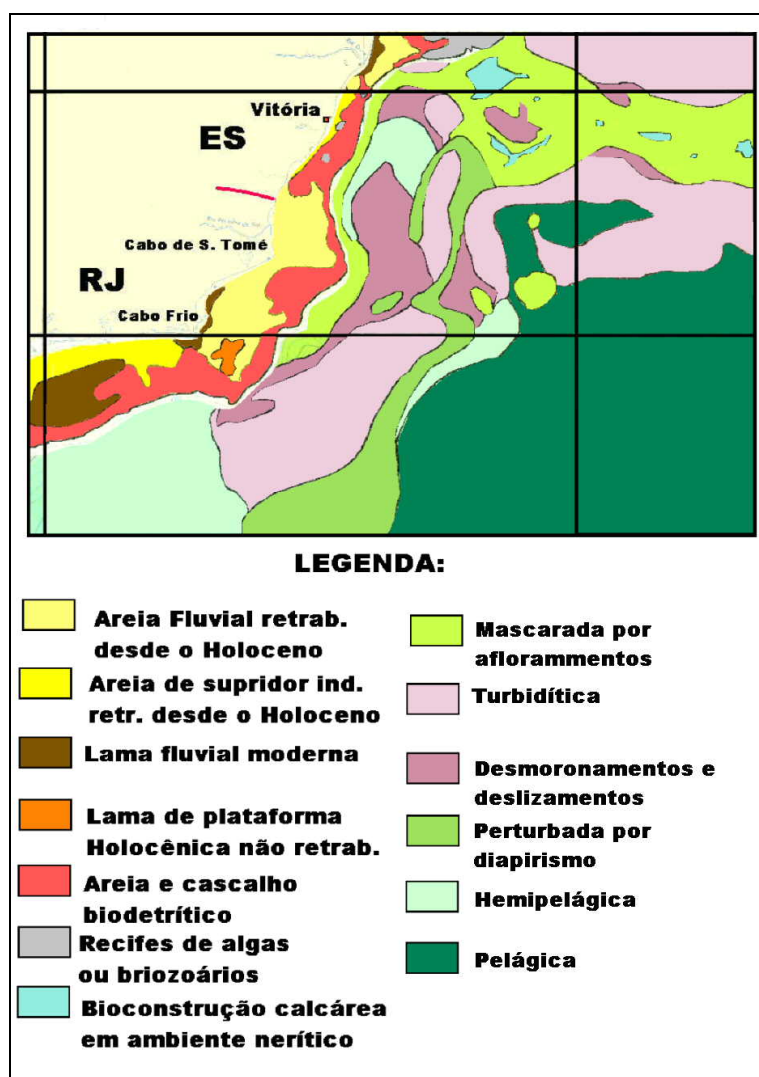


Figura 16: Trecho entre Cabo Frio (RJ) e Rio Doce (ES) do Mapa Faciológico dos Sedimentos Superficiais da Plataforma; e Sedimentação Quaternária no Oceano Profundo (alterado de Kowsmann e Costa, 1979b).

Conforme Kowsmann e Costa (1979), predominam areias terrígenas, retrabalhadas desde o Holoceno, na plataforma interna e média, ocorrendo, também, lama de plataforma em mancha isolada próximo ao Cabo Frio. Nas imediações da desembocadura do Rio Paraíba do Sul temos lama Fluvial. Entre Cabo Frio e Vitória a ocorrência de carbonatos aumenta, com depósitos na plataforma externa com percentuais acima de 95%, sendo estes depósitos composto por areias recifais algais e, já numa transição para areias terrígenas, ocorrem moluscos e mistura destes últimos com areia de briozoários.

Com relação à porção profunda da bacia (talude e sopé) o recobrimento sedimentar é de lama, com a presença de areia de “spillover” no talude superior (GEOMAR/PETROBRAS, 2000A). O Campo de Marlim, quase que em sua totalidade é recoberto por lama, à exceção de uma pequena área no extremo norte, onde temos a presença de areia de “spillover” (GEOMAR/PETROBRAS, op. cit.).

### ***INSTABILIDADE DO TALUDE***

As condições de estabilidade do talude são favoráveis, visto que não ocorrem indícios de movimentação de massa recente, o que é evidenciado pela presença de vasa pelágica Holocênica recobrindo os sedimentos do talude inferior. Isto nos dá um período de 11.000 anos sem movimentação de massa (Esteves, 1996). Os movimentos de massa, segundo Amaral et al (1994), estão relacionados a nível de mar baixo, quando: a taxa de sedimentação no talude aumenta muito com a chegada de sedimentos terrígenos ao local, gerando uma sobrecarga, e a pressão exercida pela coluna d’água nos poros dos sedimentos diminui devido a redução da profundidade, mas a compensação no sedimento não é imediata.

Ainda segundo Amaral et al (op. cit.), os terremotos, que também atuam como mecanismo de disparo para os movimentos de massa, precisam, na área do talude de Albacora e Marlim, de intensidade de 5,0 a 5,2 para abalar o equilíbrio do pacote sedimentar, valores estes não observados no tempo histórico na bacia. O último grande movimento de caráter não desintegrativo ocorreu há 53.000 anos atrás, durante período de nível de mar baixo; já o movimento mais recente de caráter desintegrativo (fluxo de detritos) ocorreu há 43.000 anos atrás (Amaral et al, op. cit.). Desta forma estes autores consideram que não há riscos às instalações durante o período de operação dos equipamentos.

### ***RECURSOS MINERAIS***

Há muito que o mar se tornou alvo das atenções devido às riquezas minerais ali encontradas. A revolução tecnológica observada no século XX propiciou ao homem pesquisas cada vez mais sofisticadas e precisas, possibilitando, então, desvendar os segredos do mar, inclusive no quesito recursos minerais.

Mero (1965) descreve, à luz do conhecimento da época, os principais recursos encontrados nos oceanos. Seu trabalho, embora desatualizado no quantitativo dos recursos, continua válido quanto aos tipos de recursos encontrados: areia quartzosa, calcário, minerais pesados, fosfatos, argilas, nódulos polimetálicos, evaporitos, enxofre, petróleo, etc.

Em termos de Margem Continental Brasileira, o conhecimento dos recursos minerais, excetuando-se o petróleo, é incipiente e restringe-se, basicamente à plataforma continental. O conhecimento geral e integrado remonta ao Projeto REMAC, quando foi feito um mapeamento (Figura 17), com base nos dados existentes à época.

Conforme descrito no Projeto REMAC (Amaral et al, 1979A), em termos de recursos minerais, além do petróleo, temos: carbonatos na plataforma média/externa, de forma geral com teores acima de 75%; areias e argilas próximo à desembocadura do Rio Paraíba do Sul e a sudeste de Cabo Frio. A lama de talude requer

maiores estudos para avaliar potencialidade em termos de composição química/mineralógica; metais pesados ocorrem entre a desembocadura do Rio Doce e Itabapoana; evaporitos e enxofre, relacionados à camada de sal da Formação Macaé (Membro Outeiro), tem boas perspectivas, embora não seja, ainda, economicamente viável sua exploração.

O petróleo é o que de mais importante ocorre na região, sendo a bacia a principal produtora do país, com meta de produção média, para este ano, de 1.000.000 barris/dia.

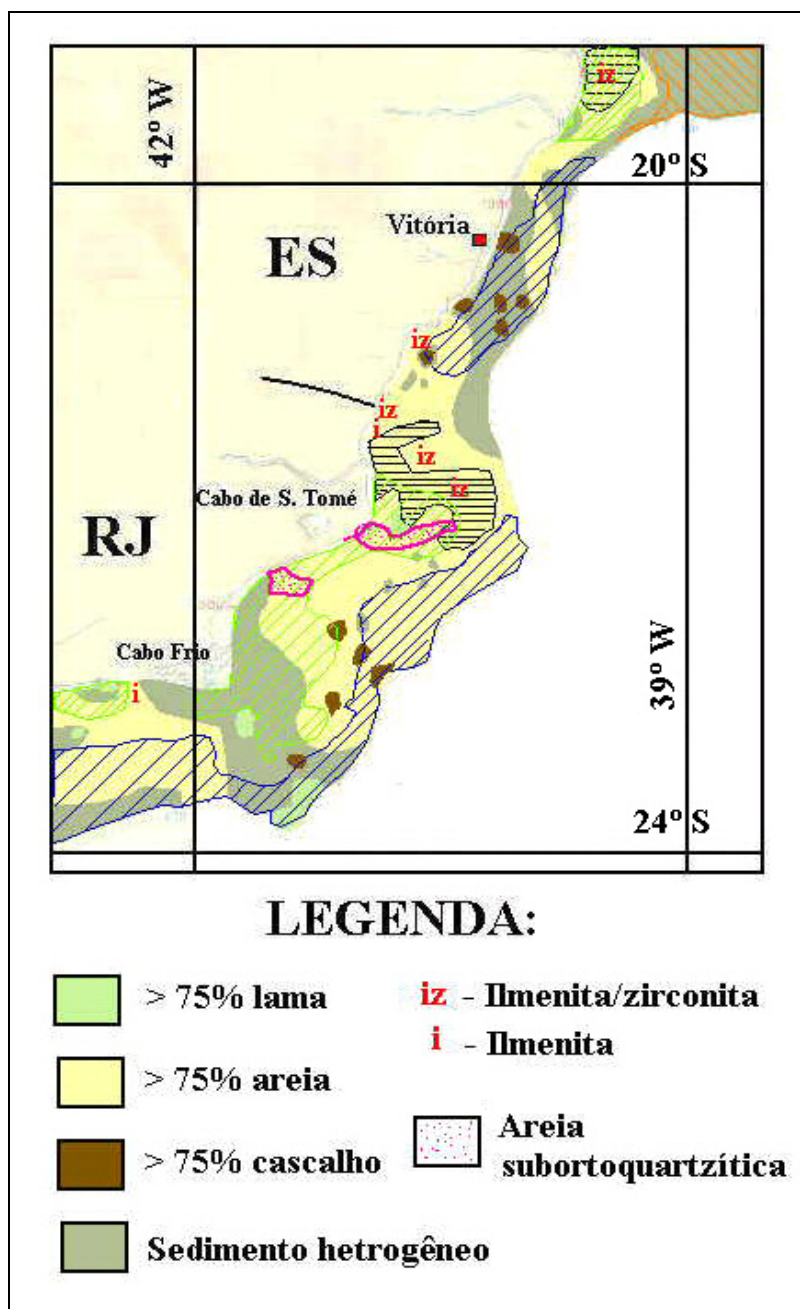


Figura 17: Mapa de Recursos Minerais da Plataforma Continental Leste do Brasil (alterado de Amaral et al, 1979).