

# CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL UTILIZANDO ARGILAS COSTEIRAS DE SUBSUPERFÍCIE - ESTUDO DE CASO: BAÍA DE SEPETIBA-RJ

Dione N. Nascimento<sup>1</sup>, Hernani A. Fernandes Chaves<sup>2</sup>, Soraya Gardel Carelli<sup>3</sup>, Helena Polivanov<sup>4</sup> e Mauro César Geraldês<sup>5</sup>

## RESUMO

Este trabalho foi realizado na planície costeira do município de Itaguaí no estado do Rio de Janeiro, tendo como objetivo analisar os minerais de argila coletados em subsuperfície de cordões arenosos a fim de auxiliar na caracterização paleoambiental dessa região. Para tal, foram realizadas sondagens geomecânicas, análises granulométricas e análises mineralógicas com o método de difração de raios-X. Como resultados foram encontrados os minerais caulinita, illita, esmectita e traços de goethita. Essa associação mineralógica costuma ocorrer em ambientes quentes, lacustres e fluviais, podendo-se então sugerir que o paleoambiente nessa área foi fluvio-deltaico com a presença de um antigo lago restrito no intercordão.

**Palavras-chave:** difração de raios-x; minerais de argila; baía de Sepetiba.

## ABSTRACT

This work was realized in the coastal plain of Itaguaí city, Rio de Janeiro state, aiming to analyze the subsurface clay collected from sandy ridges with the aim of characterizing the paleoenvironmental evolution of this area. For that purpose, we drilled several boreholes followed by particle size and mineralogical X-ray diffraction analysis. In the analysed samples, kaolinite, illite, smectite and traces of goethite were identified in descending order of abundance. This mineralogical association is typical for warm intertropical, lacustrine and/or river environment. Consequently, we can propose a fluvial-deltaic paleoenvironment for this area including the presence of an ancient restricted intradune lake.

**Key words:** X-ray diffraction; clays minerals; Sepetiba Bay.

1. Doutoranda em Geociências, FGEL-UERJ;

2. Professor Emérito, FGEL-UERJ;

3. Professora Adjunto, Depto. Geociências -UFRJ;

4. Professora Adjunto, Depto. Geologia de Engenharia e Ambiental -UFRJ;

5. Professor Adjunto, FGEL – UERJ.

## INTRODUÇÃO

A área deste trabalho (617/626 E; 7463/7470 N UTM) encontra-se inserida na bacia da Baía de Sepetiba, e foi escolhida por sua escassez de estudos, como também pela complexidade de sua evolução geológica e à grande variedade de processos sedimentares Holocênicos atuantes. Esta evolução culminou com o

fechamento da restinga de Marambaia, após sucessivas flutuações eustáticas, os quais transformaram este sítio geológico, inicialmente de alta energia, em um sítio de baixa energia (GÓES, 1994). Tal configuração favoreceu o registro tanto de litofácies geradas por ondas, como por maré, tornando esta bacia peculiar em relação a outras, situadas no contexto marinho – parálico clássico (Figura 1), merecedora de estudos mais completos.

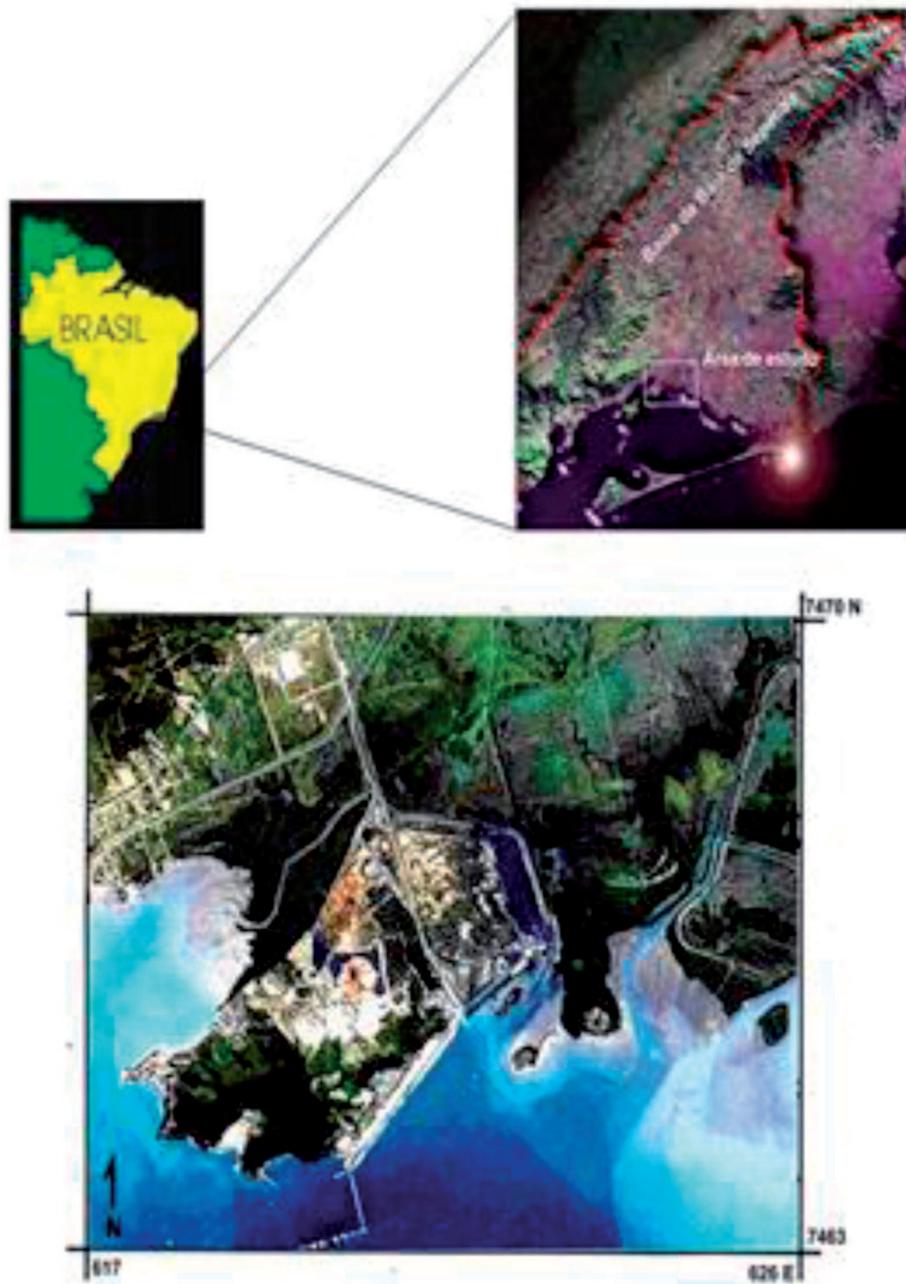


Figura 1: Localização da área de estudo (Imagem SPOT, 1996, escala 1: 60.000).

Essa área, que se encontra inserida na porção oeste do contexto tectônico conhecido como gráben da Guanabara (FERRARI, 1990), apresenta uma variação do nível do mar que superou os 3 metros, conforme é apresentado na Figura 2. Estes eventos eustáticos

possibilitaram o retrabalhamento dos sedimentos continentais e também dos sedimentos biotróficos da plataforma continental contemporânea que foram depositados como cordões arenosos por efeito de ondas, num ambiente de energia relativamente alta.

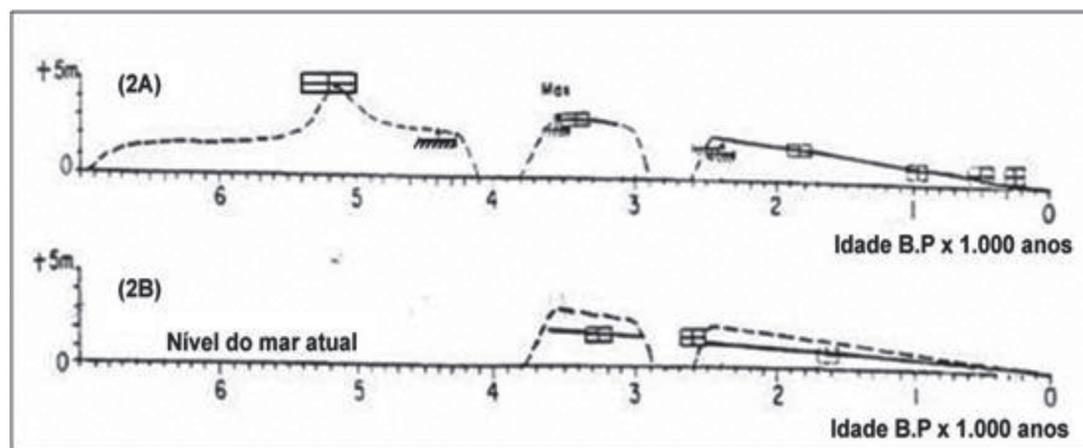


Figura 2: Comparação da curva de variação do nível relativo do mar nos últimos 7 mil anos do setor Parati – Angra (2A), com o do Gráben da Guanabara (2B) (adaptado de Suguio e Cruz, 1982).  terraços marinhos;  sambaquis

Tais cordões arenosos foram reconhecidos durante as campanhas de mapeamento de campo sendo identificáveis também em aerofotogramas e imagens de satélites (Figura 3). A extensão em planta destes litossomas varia entre 1000 a 1200m de comprimento, e 40 a 50 m de largura, com elevação acima de 3m (da base para topo). Os cordões apresentam-se intercalados,

lateralmente, com sedimentos argilosos e dispostos paralelamente entre si, distando de 3 a 5 Km da linha de praia atual, observando-se, em pontos isolados, acumulações conchíferas parcialmente soterradas (CARELLI *et. al.*, 2004). Outros cordões já foram anteriormente descritos em Roncarati & Barrocas (1978).

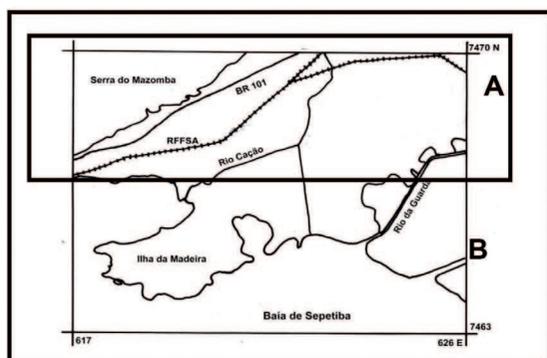
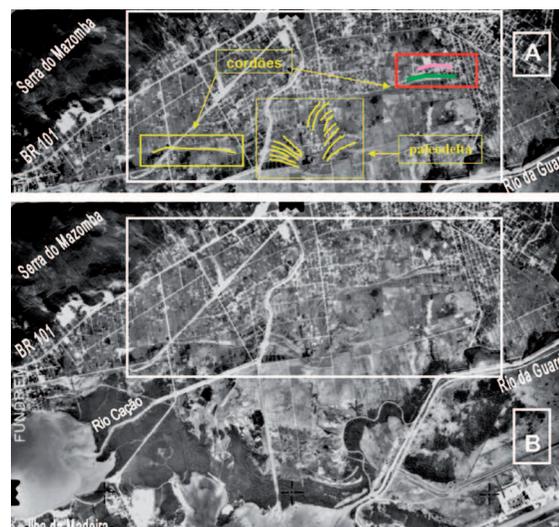


Figura 3: Composição de aerofotogramas, escala 1: 40.000, mostrando em detalhe nos retângulos na parte superior A os cordões arenosos (extraído de Carelli, 2008).



Os cordões arenosos encontrados na planície costeira do município de Itaguaí/RJ, objeto deste estudo, estariam associados a um sistema fluvio-deltaico. Levando em consideração esta hipótese, esse trabalho tem por objetivo investigar as frações argilosas presentes nas amostras dos sedimentos de subsuperfície, de forma a tentar obter indicações da origem desses sedimentos e assim corroborar a hipótese acima exposta.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos executados fizeram recurso de diversas metodologias incluindo levantamento cartográfico no campo, sondagens geomecânicas, análises granulométricas e análises mineralógicas por difração de Raios-X.

### *Mapeamento de Campo*

Foram utilizados na etapa de mapeamento de campo mapas topográficos 1:50.000, aerofotogramas da FUNDREM com escala de 1:40.000 e 1:8.000, imagens de satélite SPOT de 1:60.000 e aerofotogramas da EMBRAERO na escala de 1:30.000. Esse material serviu para mapear os cordões arenosos, objeto deste estudo. Posteriormente, foi levantado um perfil topográfico perpendicular aos cordões A e B para avaliar as variações topográficas existentes na área e determinar suas elevações máximas. Para tanto, foram utilizados dados da rede de monitoramento contínuo do IBGE e da TRIMBASE para apoio planimétrico. Na altimetria foi utilizada a RN 3068-J a fim de determinar a ondulação geoidal, aplicando-se o resultado aos demais pontos para o transporte das coordenadas (SEMA-ZEE/RIO DE JANEIRO, 1996).

### *Sondagens Geomecânicas*

O método de sondagem adotado nessa pesquisa foi o de percussão com circulação de água, através de um tubo galvanizado de 1" de diâmetro, munido de ponta cortante, pelo qual injetou-se água de lavagem no fundo da sondagem, simultaneamente com a percussão. Ao subir, a água carrega o material escavado, o qual foi depositado num tanque, na superfície do terreno. A identificação desse material carregado era desaconselhada. Um amostrador coletou as amostras para posterior armazenamento.

### *Análises Granulométricas*

As análises granulométricas foram executadas segundo consta de análises físicas conduzidas na terra fina seca ao ar (TFSA) por métodos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA - SNLS, 1979), fornecendo a porcentagem, por peso: de argila; areia; areia fina; areia grossa e, por cálculo, a relação silte/argila. A determinação granulométrica foi realizada por meio do método da pipeta, após a eliminação da matéria orgânica com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 10 % e lavagem dos sais solúveis, como preconizado por Gee & Bauder (1986). Os diferentes diâmetros de partículas foram definidos de acordo com a escala de Atterberg modificada e estabelecidos da seguinte forma: areia total (2–0,05 mm), silte (0,05–0,002 mm), argila (< 0,002 mm), areia muito grossa (2–1 mm), areia grossa (1–0,5 mm), areia média (0,5–0,25 mm), areia fina (0,25–0,1 mm) e areia muito fina (0,1–0,05 mm) (Soil Survey Division Staff, 1993). Os dados obtidos foram plotados no triângulo de texturas, possibilitando o enquadramento das amostras em classes de texturas, de acordo com Soil Survey Manual (Soil Survey Division Staff, 1993).

### *Análises Mineralógicas*

A difração de raios-X é um método de ampla utilização na Pedologia, sendo ferramenta utilizada para análises de intemperismo e troca catiônica, e, entre outras, neste estudo, foi de fundamental importância na avaliação da gênese e qualificação das amostras de solos coletados na área. A preparação das amostras para análise na difração de raios-X baseia-se nos princípios da Lei de Stockes para o fracionamento granulométrico pelo método da pipetagem, que mostra a interação da velocidade de decantação da partícula em meio fluido, com a aceleração da gravidade, o raio da partícula, sua forma, sua densidade, a densidade do fluido, sua textura de superfície e viscosidade do fluido (SUGUIO, 1973).

Procedimentos realizados:

- Utilizou-se o aparelho de Difração de Raios-X do Departamento de Geologia do IGEO-UFRJ, com as seguintes características: Difratômetro Rigaku-Termoflex - Modelo 2013, contador proporcional, 40KV, 30mA; tubo de cobre, filtro de níquel, velocidade 1oc/min;

- A identificação dos minerais foi feita por intermédio de reflexões, produzidos pela difração de raios-X, que são registrados em gráficos e correspondem a ângulos de um goniômetro, a partir do qual o espaçamento cristalográfico diagnóstico do mineral pode ser calculado através de tabelas com recurso da lei de Bragg;
- A fração argila é obtida por sedimentação e concentrada por centrifugação. Com esse material preparam-se lâminas orientadas pela técnica do esfregaço;
- Todas as lâminas são levadas ao difratômetro em três estágios distintos: o primeiro representa a fração argila sem qualquer tratamento físico-químico, o segundo as amostras são glicoladas, objetivando determinar minerais expansivos, o que consiste em submeter uma amostra a uma atmosfera saturada de etileno-glicol por 24 horas e a terceira é aquecida em forno tipo mufla, por 4 horas seguidas, a temperatura de 550°C, e objetiva investigar colapso e/ou destruição da estrutura dos minerais de argila.
- Designou-se de Esmectita o material que apresenta picos bem formados em 14 Å e expandem para 17 dÅ com etilenoglicol.
- Designou-se de I-S, os materiais que apresentam

picos mal formados em 14 Å e expandem com a glicolagem, porém não atingem 17 Å.

- A Goethita foi identificada pelo pico a 4,15-4,17 Å.

## RESULTADOS

Foi elaborado um perfil de correlação, perpendicular aos cordões arenosos, baseado em sondagens geomecânicas na área, apresentando as espessuras e a litologia predominante (NASCIMENTO, 2009) (Figura 4). As sondagens tiveram profundidade amostrada entre 0-20 metros até atingir o solo residual, provável superfície pré-Holocênica. Neste estudo foram utilizados dados a partir de 3 sondagens, sendo 2 em cima dos cordões arenosos (pontos A e B) e o terceiro no intercordão (entre os dois referidos), nos horizontes argilosos encontrados através do método tátil-visual. Foram coletadas 27 amostras para análises posteriores. Com base nos resultados das sondagens, pode-se confirmar a variação litológica e a espessura do pacote sedimentar, assim como a alternância entre horizontes argilosos e arenosos, e lentes de cascalho e feldspato alterado nas camadas coletadas. Foi também observada a presença de conchas (*Anomalocardia brasiliiana*) no perfil SP4 – Cordão B, o mais próximo da linha de costa atual.

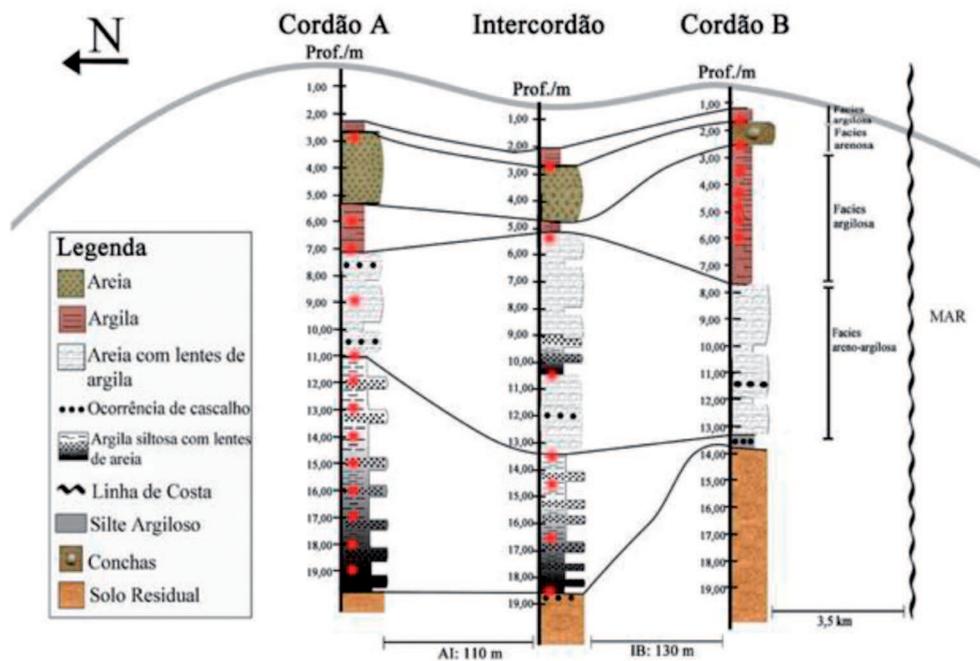


Figura 4: Perfil litofaciológico dos cordões A, B e intercordão, apresentando em vermelho as amostras coletadas para análises granulométricas, mineralógicas (NASCIMENTO, 2009).

Todas as 27 amostras coletadas dos 3 perfis de sondagem são apresentadas na Tabela I abaixo.

Tabela I: Amostras das 03 sondagens realizadas.

Amostras	Sondagens	Prof. (m)
01	SP2	3.0
02	SP2	6.0
03	SP2	7.0
04	SP2	9.0
05	SP2	11.0
06	SP2	12.0
07	SP2	13.0
08	SP2	14.0
09	SP2	15.0
10	SP2	16.0
11	SP2	17.0
12	SP2	18.0
13	SP2	19.0
14	SP3	2.45-2.9
15	SP3	5.45-5.9
16	SP3	10.0-11.0
17	SP3	13.0-14.0
18	SP3	14.0-15.0
19	SP3	16.0-17.0
20	SP3	18.0-18.58
21	SP4	1.8-2.0
22	SP4	2.0-3.0
23	SP4	3.0-4.0
24	SP4	4.0-4.5
25	SP4	4.5-5.0
26	SP4	5.0
27	SP4	7.0

A Tabela II classifica as amostras de acordo com os valores obtidos das análises executadas. Após essa etapa, os resultados foram projetados no triângulo de texturas, apresentado nas Figuras 5A, 5B e 5C. De acordo com os resultados obtidos, as amostras destes cordões apresentaram-se dispostas como uma nuvem ao longo do lado esquerdo dos triângulos, indicando

um aumento progressivo do percentual de argila em direção ao cordão B. Das 27 amostras analisadas, 10 foram consideradas argilosas, ou seja, 37% do total e 09 foram consideradas franco argilo-arenosas, com 33,5%. O restante, com 29,5% do total das amostras, englobou as classes franco argilosas, areia franca e as franco arenosas. Isso demonstra, de acordo com as análises texturais realizadas, que as amostras argilosas representam o maior percentual dos cordões analisados.

A composição mineralógica da fração argila é apresentada na Tabela III abaixo. De acordo com os difratogramas obtidos nas amostras, sem tratamento prévio, foram inicialmente identificadas a presença predominante de caulinita, presença de illita, esmectita e traços de goethita. Como os difratogramas apresentaram bastante similaridade entre si, foi selecionada 1 amostra considerada mais representativa de cada perfil, através de seus picos característicos para tratamento e posterior identificação mineralógica. Os difratogramas das amostras SP2/cordão A (11,00m) (Figuras 06A, 06B, 06C), SP3/intercordão (16,00-17,00m) (Figuras 7A, 7B, 7C), e SP4/cordão B (6,00m) (Figuras 8A, 8B, 8C) – arquivo de figuras, foram escolhidos por resumirem as principais características mineralógicas. A caulinita apresentou seus picos principais hkl (001) e (002) a 7,1379 e 3,5758Å respectivamente, mantendo esses valores após tratamentos de saturação com magnésio e solvatação com etilenoglicol, desaparecendo após aquecimento a 550 °C. Aparentemente, a caulinita encontra-se bem cristalizada, pois apresenta picos estreitos de maior intensidade relativa, sendo por isso identificada como principal constituinte em todas as amostras. Entre os minerais acessórios foi constatada a presença dos picos difratométricos de illita, esmectita e traços de goethita.

## CONCLUSÕES

O grande desafio deste trabalho foi realizar o agrupamento dos diferentes minerais de argila encontrados e com isso contribuir para a interpretação do paleoambiente litorâneo da baía de Sepetiba, sendo necessário investigar os aspectos que envolvem sua origem, e possível mudança/permanência das condições a que foram submetidos no meio deposicional.

Tabela II: Classificação granulométrica dos valores obtidos de acordo com Embrapa, 1979

AMOSTRAS	ARGILA %	AREIA %	AREIA FINA %	AREIA GROSSA %	SILTE %	RESULTADO TEXTURAL
SP2/Cordão A/3,00m	28	56	2	54	16	Franco Argilo-Arenosa
SP2/Cordão A/6,00m	40	38	2	36	22	Franco Argilosa
SP2/Cordão A/7,00m	22	66	1	63	12	Franco Argilo-Arenosa
SP2/Cordão A/9,00m	7	82	1	81	11	Areia Franca
SP2/Cordão A/11,00m	36	42	1	41	22	Franco Argilosa
SP2/Cordão A/12,00m	52	31	1	30	17	Argila
SP2/Cordão A/13,00m	40	43	1	42	17	Argila
SP2/Cordão A/14,00m	60	24	1	23	16	Argila
SP2/Cordão A/15,00m	45	41	1	40	14	Argila
SP2/Cordão A/16,00m	29	56	2	54	15	Franco Argilo-Arenosa
SP2/Cordão A/17,00m	33	45	3	42	22	Franco Argilo-Arenosa
SP2/Cordão A/18,00m	25	51	1	50	24	Franco Argilo-Arenosa
SP2/Cordão A/19,00m	21	72	2	70	7	Franco Argilo-Arenosa
SP3/Intercordão/ 2,00m	47	43	1	41	12	Argila
SP3/Intercordão/ 2,45-2,90m	26	62	1	61	12	Franco Argilo-Arenosa
SP3/Intercordão/ 10,00-11,00m	7	82	1	81	1	Areia
SP3/Intercordão/ 13,00-14,00m	4	90	1	89	6	Areia
SP3/Intercordão/ 14,00-15,00m	54	44	1	43	2	Argila
SP3/Intercordão/ 16,00-17,00m	17	82	1	81	1	Franco Arenosa
SP3/Intercordão/ 18,00-18,58m	1	95	1	94	4	Areia
SP4/Cordão B/ 1,80-2,00m	54	30	1	29	16	Argila
SP4/Cordão B/ 2,00-3,00m	12	78	1	77	10	Franco Arenosa
SP4/Cordão B/ 3,00-4,00m	49	33	1	32	18	Argila
SP4/Cordão B/ 4,00-4,50m	45	41	1	40	14	Argila
SP4/Cordão B/ 4,50-5,00m	25	59	1	58	16	Franco Argilo-Arenosa
SP4/Cordão B/ 5,00m	64	24	1	23	12	Muito Argilosa
SP4/Cordão B/ 6,00m	35	53	1	52	12	Franco Argilo-Arenosa

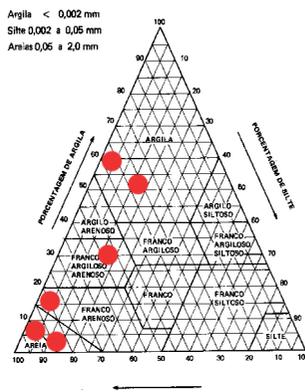


Figura 5A: Triângulo de texturas do cordão A/SP2, com as amostras plotadas em vermelho

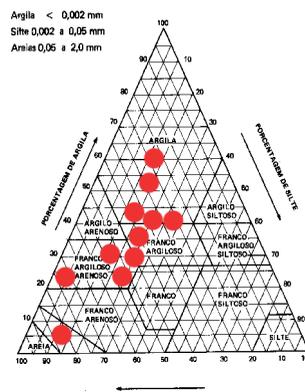


Figura 5B: Triângulo de texturas intercórdão/SP3, com as amostras plotadas em vermelho

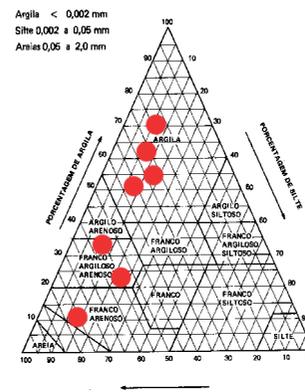


Figura 5C: Triângulo de texturas cordão B/SP4, com as amostras plotadas em vermelho

Tabela III: Resultados da difração de raios-X

Amostra	Mineralogia				
	Caulinita	Ilita	Esmectita	I-S	Goethita
SP2/Cordão A/3m	Predomínio	presença	-	-	presença
SP2/Cordão A/6m	Predomínio	presença	-	-	traços
SP2/Cordão A/7m	Predomínio	presença	-	-	presença
SP2/Cordão A/9m	Predomínio	presença	-	-	presença
SP2/Cordão A/11m	Predomínio	traços	-	-	traços
SP2/Cordão A/12m	Predomínio	traços	-	-	-
SP2/Cordão A/13m	Predomínio	traços	-	-	traços
SP2/Cordão A/14m	Predomínio	presença	-	-	presença
SP2/Cordão A/15m	Predomínio	traços	-	-	traços
SP2/Cordão A/16m	Predomínio	traços	-	-	traços
SP2/Cordão A/17m	Predomínio	-	-	-	-
SP2/Cordão A/18m	Predomínio	-	-	-	-
SP2/Cordão A/19m	Predomínio	traços	-	-	-
SP3/Intercórdão/2m	Predomínio	traços	-	-	presença
SP3/Intercórdão/2,45-2,90m	Predomínio	traços	-	-	-
SP3/Intercórdão/10-11m	Predomínio	presença	-	traços	traços
SP3/Intercórdão/13-14m	Predomínio	presença	traços	-	traços
SP3/Intercórdão/14-15m	Predomínio	presença	traços	-	-
SP3/Intercórdão/17m	Predomínio	presença	traços	-	-
SP3/Intercórdão/18-18,58m	Predomínio	presença	traços	-	-

Tabela III: Resultados da difração de raios-X (continuação)

<b>SP4/Cordão B/1.80-2m</b>	Predominio	traços	-	-	presença
<b>SP4/Cordão B/2.0-3.0m</b>	Predominio	-	-	-	traços
<b>SP4/Cordão B/3.0-4.0m</b>	Predominio	traços	-	-	traços
<b>SP4/Cordão B/4.0-4.5m</b>	Predominio	traços	-	-	-
<b>SP4/Cordão B/4.5-5.0m</b>	Predominio	traços	-	-	traços
<b>SP4/Cordão B/5.0m</b>	Predominio	traços	-	-	-
<b>SP4/Cordão B/7.0m</b>	Predominio	traços	-	-	-

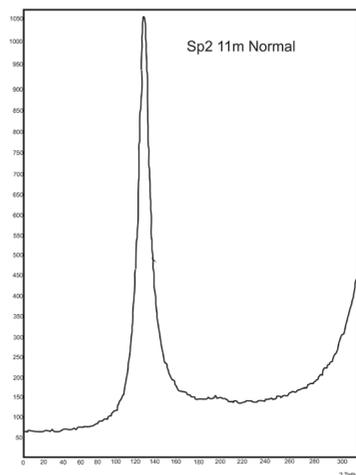


Figura 6A: Difratograma SP2 - amostra a 11 metros de profundidade - normal.

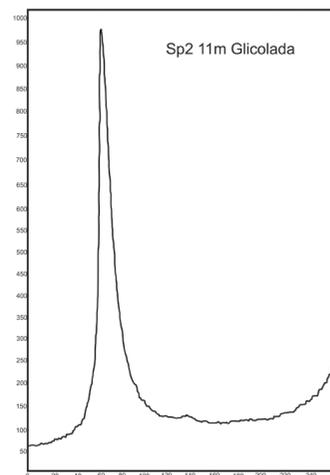


Figura 6B: Difratograma SP2 - amostra a 14 metros de profundidade - glicolada.

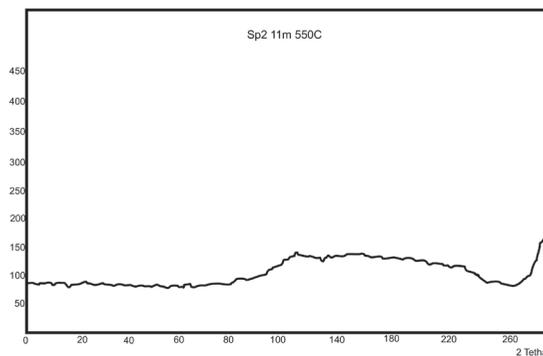


Figura 6C: Difratograma SP2 - amostra a 14 metros de profundidade - aquecida a 550C.

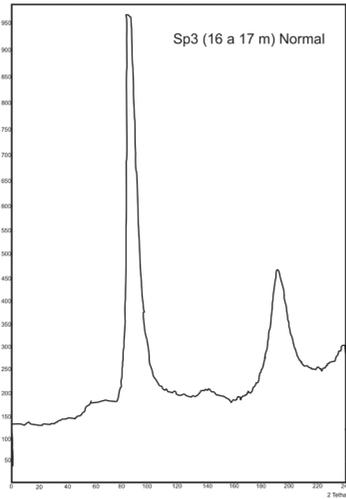


Figura 7A: Difratoograma SP3 - amostra entre 16 e 17 metros de profundidade - normal

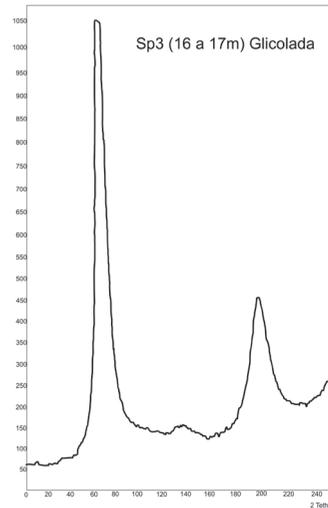


Figura 7B: Difratoograma SP3 - amostra entre 16 e 17 metros de profundidade - glicolada

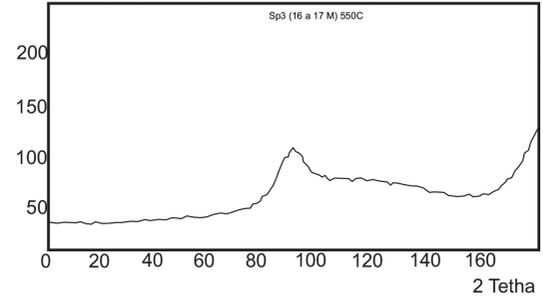


Figura 7C: Difratoograma SP3 - amostra entre 16 e 17 metros de profundidade - aquecida a 550C

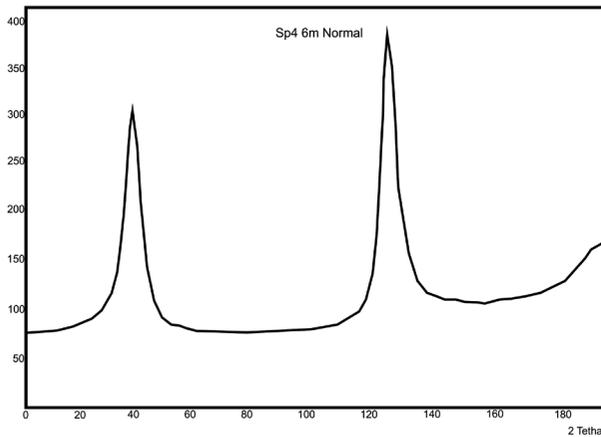


Figura 8A: Difratoograma SP4 - amostra a 06 metros de profundidade - normal

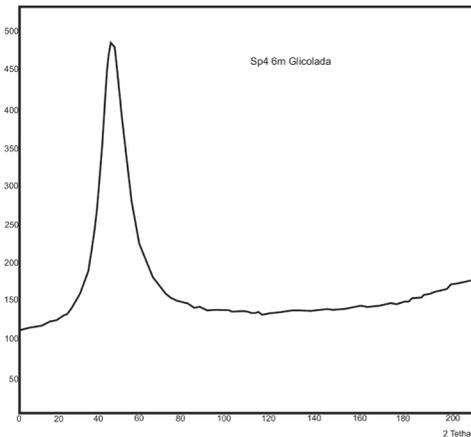


Figura 8B: Difratoograma SP4 - amostra a 06 metros de profundidade - glicolada

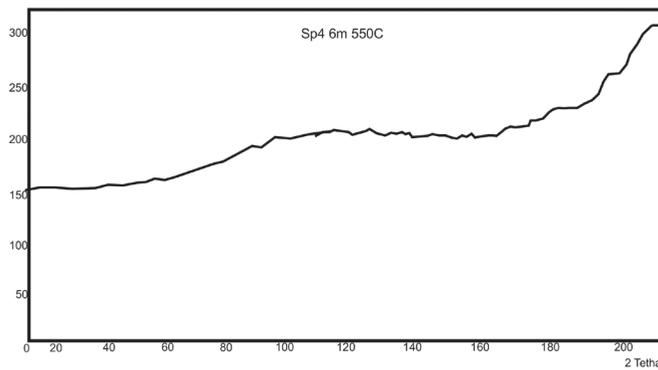


Figura 8C: Difratoograma SP4 - amostra a 06 metros de profundidade- aquecida a 550C

A predominância do mineral de argila e caulinita no sistema sugere que o material se originou predominantemente da área-fonte continental, sujeita ao intenso intemperismo químico. As drenagens das águas fluviais/pluviais na área do estudo ocasionaram o transporte das argilas e a diagênese das mesmas até se tornarem estruturalmente bem cristalizadas, como é o caso da caulinita.

As análises mineralógicas realizadas e as fontes bibliográficas consultadas apontam a associação dos minerais de argila caulinita, illita e esmectita, alternadas nas camadas estudadas no cordão A e no intercordão, indicando condições rasas de soterramento e baixas temperaturas de diagênese. Esse tipo de associação também nos indica que o clima era quente e em meio lacustre.

O surgimento do mineral de argila illita pode ser explicado pela diagênese e pela conversão esmectita-illita pós-deposicional. Outro ponto observado é a baixa presença de esmectita, e que ocorre somente no intercordão, entre 13 e 18,58 metros de profundidade. Provavelmente esse fato é explicado pela compactação e absorção do potássio e magnésio provocado pelo aumento de profundidade causando assim a redução desse argilomineral, corroborado também pela localização em um ambiente restrito (intercordão), onde sugere-se ser um ambiente lacustre restrito.

Em termos paleoambientais, pode-se dizer que o cordão A, o intercordão e o cordão B fazem parte de um ambiente fluvio-deltáico com influência marinha pela atuação de retrabalhamento dos sedimentos da planície costeira, onde preteritamente havia uma drenagem que desembocava na baía de Sepetiba.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Ciências do Solo do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, coordenado pelo professor Dr. Marcos Gervásio Pereira, o qual foi responsável pelas análises físicas das amostras, bem como ao Laboratório de Difractometria de Raios-X, coordenado pela professora Dra. Helena Polivanov, do Departamento de Geologia de Engenharia e Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro que executou com qualidade as análises solicitadas. Ao convênio Petrobras-Finop-Fapur pelo financiamento desse trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARELLI, S. G. 2008. *Evolução Geológica Holocênica da Planície Costeira de Itaguaí litoral sul do RJ: Uma Abordagem Interdisciplinar*. Tese (Doutorado em geologia). UFRJ. 183 p.
- CARELLI, S.G.; ROCHA, P. L. F. da; ALMEIDA, F., O.; PLASTINO, R.H. & RONCARATI, H. 2004. Discussão sobre a ocorrência de sedimentos marinhos na planície costeira da baía de Sepetiba – Município de Itaguaí – RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, 2004, Araxá, MG. **Resumos...** MG. Sociedade Brasileira de Geologia.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1979. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Rio de Janeiro – RJ, SNLCS.
- FERRARI, A.L. 1990. A geologia do “rift” da Guanabara (RJ) na sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento pré-cambriano. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 36. Anais, volume 6: 2858-2872.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. 1986. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods*. Madison, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Part 1. p.383-412.
- GÓES, M. H. de B. 1994. *Diagnóstico Ambiental por Geoprocessamento do Município de Itaguaí*. Tese de Doutorado. UNESP - Rio Claro. SP.
- NASCIMENTO, D. N. 2009. *Caracterização de Argilas e Análise Faciológica dos Cordões Arenosos na Planície Costeira da Baía de Sepetiba – Itaguaí/RJ*. Dissertação (Mestrado em Geologia). Faculdade de Geologia. Programa de Pós Graduação em Análise de Bacias. 133 p. 2009.
- RONCARATI, H.; BARROCAS, S.L.S. 1978. *Projeto Sepetiba: Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da Baía de Sepetiba, Município do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba*, RJ. Rio de Janeiro: CENPES-Petrobras (Relatório preliminar).
- SEMA-ZEE/RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. 1996. *Programa de Zoneamento Econômico - Ecológico do Estado do Rio de Janeiro. Projeto I: Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba*. Rio de

- Janeiro; Secretaria de Estado de Meio Ambiente; Universidade Federal do Rio de Janeiro; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 55p.
- SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1993. *Soil survey manual*. Washington, Soil Conservation Service, U.S., Department of Agriculture. 325p. (Handbook, 180).
- SPOT. Imagem de satélite da região da baía de Sepetiba. 1996. Escala 1:60.000.
- SUGUIO, K. *Introdução à Sedimentologia*. 1973. São Paulo, SP: Editoras Edgard Blucher - EDUSP. 317 p.
- SUGUIO, K. & CRUZ, O. 1982. Coastline of the states of Rio de Janeiro e São Paulo. International Geographical Union – Comission on the coastal environment field trip. Rio de Janeiro. 50p.