

MINERALOGIA E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS DA PLANÍCIE COSTEIRA CENTRO-NORTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**MINERALOGY AND GRANULOMETRIC ANALYSES OF THE CENTRAL-NORTH COASTAL PLAIN SEDIMENTS FROM SANTA CATARINA STATE**

Ricardo Piazza MEIRELES¹; Norberto Olmiro HORN-FILHO²; José Gustavo Natorf de ABREU³.

RESUMO: O mapeamento geológico e sedimentar da planície costeira Centro-Norte de Santa Catarina demonstrou que, sob o controle básico das variações climáticas e flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário, os sedimentos erodidos das terras altas adjacentes se acumularam em três tipos principais de sistemas deposicionais: (1) um sistema de leques aluviais ocupando áreas próximas de encostas, mais interiorizadas com características próprias, (2) um sistema deposicional transgressivo-regressivo do tipo laguna-barreira, (3) o sistema fluvial devido a grande importância em relação às taxas de sedimentação e transporte sedimentar. Numa tentativa de recompor parte do passado geológico da região e baseado nos mapeamentos geológicos, análise granulométrica e da mineralogia em difratometria de Raios-X, foram reconhecidos e interpretados alguns dos ambientes antigos de sedimentação e possíveis incursões marinhas.

Palavras-chave: Planície Costeira. Nível do Mar. Sistemas Depositionais. Difratometria de Raios-X.

ABSTRACT: Geological and sedimentary mapping in the Santa Catarina central-north coastal province, has revealed that, under the major control of Quaternary climatic variations and sea level fluctuations, the sediments eroded from the adjacent areas have been accumulated in three major depositional systems: (1) an alluvial fan system covering an area of hillsides, more internalized, with own private characteristics, (2) a distinct transgressive – regressive depositional system on barrier-lagoon type. (3) some fluvial systems in prominence due to great importance in relationship the sedimentation rates and sedimentary transport. In an attempt of recomposing parts of the geological past of the area and based on geological, sedimentary, analyses and X-ray diffraction, they were interpreted as sedimentation systems linked to relative sea-level fluctuations in the Quaternary of sector southeast coast of Brazil.

Keywords: Sea-level fluctuations. Depositional systems. X-ray diffraction. Southeast Brazil.

1 - Departamento de Biologia / Centro do IMAR da Universidade dos Açores. E-mail: ricomeireles@gmail.com;

2 - Departamento de Geociências / Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: horn@cfh.ufsc.br;

3 - Laboratório de Oceanografia Geológica / Universidade do Vale do Itajaí. E-mail: gabreu@univali.br.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho é parte integrante dos levantamentos geológicos do Estado de Santa Catarina, cujo objetivo é de identificar as características texturais e mineralógicas do material sedimentar, ao longo da planície costeira, para melhor compreender os processos deposicionais, sua gênese e evolução. Neste trabalho é apresentado um mapa sedimentológico, inédito, da porção Setentrional do Estado que foi materializado durante os trabalhos geológicos nesta planície. Este mapa ilustra os principais componentes dos depósitos sedimentares da planície costeira (Figura 1).

Na busca de um melhor detalhamento, em termos geomorfológicos, o litoral do Estado de Santa Catarina foi segmentado em 8 (oito) compartimentos ou setores (DIEHL; HORN FILHO, 1996). Uma última compartimentação subdivide os setores da costa catarinense em 3 (três) compartimentos litorâneos, relacionando-os às bacias hidrográficas distintas e assumindo que se comportam como unidades independentes (CARUSO JR.; ARAUJO, 2000).

Para o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro Integrado, as planícies costeiras são as regiões costeiras de influência marinha que adentram no continente até as altitudes de 20m, nessa concepção estariam as planícies costeiras propriamente ditas e as planícies fluviais, amplamente distribuídas ao longo da área de estudo. As altitudes médias registradas situam-se em torno de 10m, atingindo até 30m em alguns pontos mais afastados do mar, junto às serras e montanhas. O contato entre as planícies costeiras e estes relevos elevados ocasiona contrastes altimétricos acentuados.

Sobre a planície costeira catarinense encontram-se depósitos quaternários nos quais estão contidos registros das variações climáticas e flutuações relativas do nível do mar desse período. Os processos atuantes no desenvolvimento desses depósitos, juntamente com os sistemas deposicionais, servem como base para interpretações da evolução da

planície costeira. Dados sedimentológicos de composição mineralógica, tamanho de grão, mecanismo e agente deposicional são amplamente utilizados para o entendimento e auxiliam nas interpretações paleoambientais.

Contexto Geológico

A geologia de Santa Catarina pode ser classificada em cinco grandes domínios: Embasamento Cristalino, Cobertura Vulcano-Sedimentar Eo-Paleozóica, Cobertura Sedimentar Gonduânica, Rochas Efusivas (Formação Serra Geral) e Cobertura Sedimentar Quaternária (SCHEIBE, 1986).

Na área de estudo podem ser observados três dos principais domínios, são eles: Embasamento Cristalino, Cobertura Vulcano-Sedimentar Eo-Paleozóica e Cobertura Sedimentar Quaternária.

A Cobertura Sedimentar Quaternária, foco do presente trabalho, é constituída por depósitos inconsolidados ou fracamente consolidados de areias, de siltes, de argilas ou conglomerados, distribuídos ao longo da planície costeira, nos vales dos principais cursos d'água, ao longo de antigas lagunas ou próximos às encostas. De acordo com sua origem podem ser classificados como: Sistema Depositional Eólico (dunas), Sistema Depositional Marinhos, Sistema Depositional Aluviais, Sistema Depositional Deltáicos.

Diehl e Horn Filho (1996) englobam os depósitos e suas fácies sedimentares de idade quaternária aflorantes na planície costeira e zonas litorâneas como parte de dois sistemas deposicionais interdigitados: Sistema Depositional de Encosta e Sistema Depositional Laguna-Barreira. Neste trabalho adota-se a compartimentação apresentada pelos mesmos autores.

O Sistema Depositional de Encosta inclui os depósitos e fácies continentais de origem terrígena associados aos declives nos flancos das elevações a partir das rochas do embasamento e elúvios. Inclui os colúvios, os leques aluviais e as porções dos aluviões mais continentalizados Diehl e Horn Filho (op. cit.).

O Sistema Depositional Laguna-Barreira compreende os depósitos e fácies transicionais originados por processos trans-regressivos marinhos. São constituídos, basicamente, de uma retrobarreira de origem lagunar voltada

para oeste e de uma barreira arenosa de origem praial e eólica, direcionada para leste. Neste sistema, considera-se o depósito praial, intermarés, eólicos litorâneos, lagunar, aluvial, paludial e de manguezal Diehl e Horn Filho.

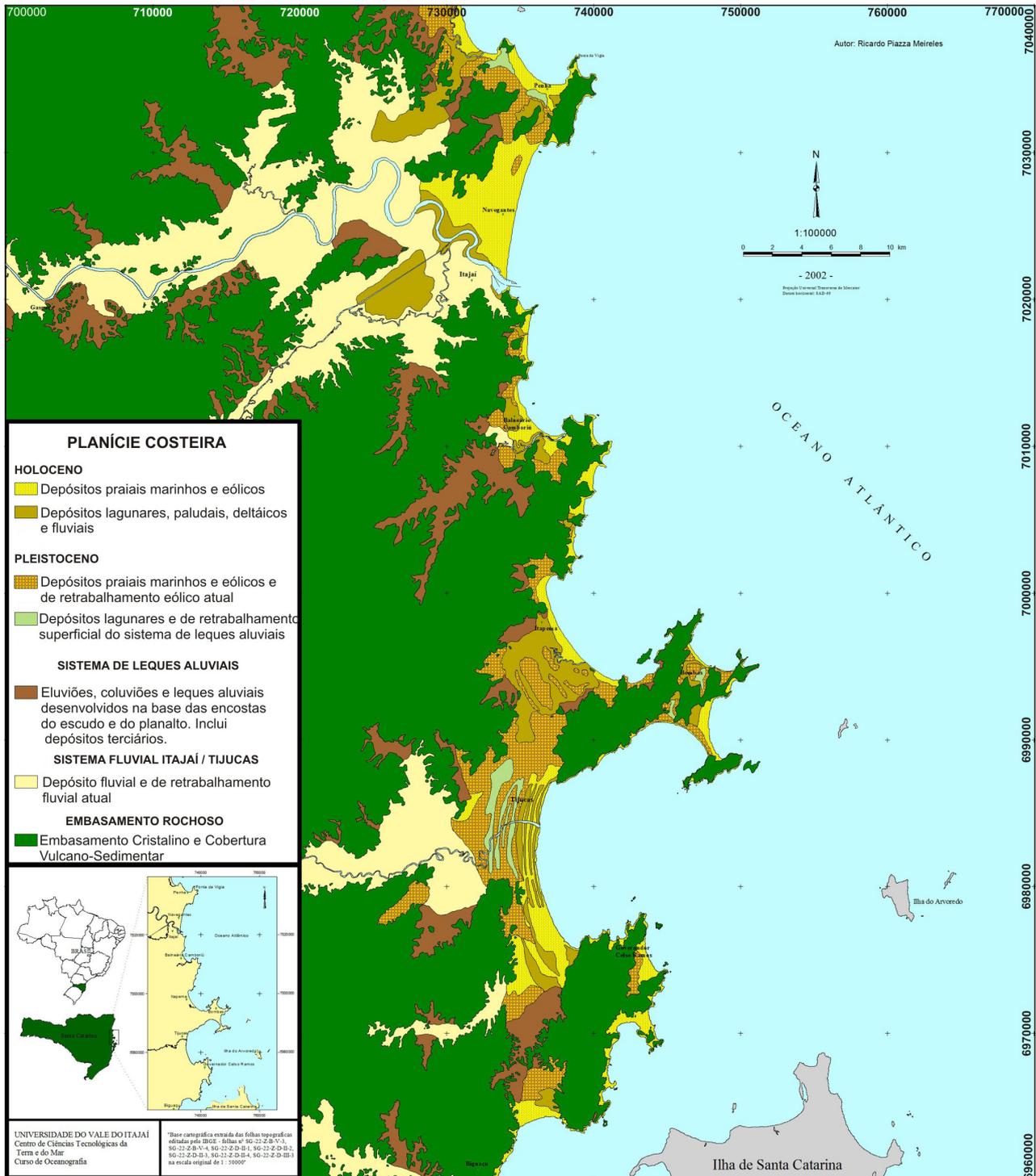


Figura 1: Mapa sedimentológico da planície costeira setentrional do Estado de Santa Catarina, Brasil.
Figure 1: Sedimentological Map of the northern coastal plain of the Santa Catarina State, Brazil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os sedimentos analisados foram coletados no Projeto Mapeamento Geológico da planície costeira de Santa Catarina. Contou com uma parceria entre a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foram coletadas amostras de superfície e/ou sub-superfície ao longo da planície costeira Centro-Norte do Estado, localizada entre as coordenadas 7040000 S e 6990000 S / 740000 W e 720000 W (Figura 2).

No presente estudo, são apresentados os resultados granulométrico e minealógicos (Raios-X) para 10 (dez) amostras previamente selecionadas, são estas: E19; E24; E28; E58; E59; E82; E102; E103; E105 e E112. Consideramos que estas amostras

fornecem informações representativas dos diferentes sub-ambientes da planície costeira (laguna, barreira, legues aluviais e fluvial).

As amostras foram trabalhadas utilizando duas técnicas sedimentológicas distintas. A primeira foi a análise granulométrica, que foi realizada no Laboratório de Oceanografia Geológica da Universidade do Vale do Itajaí (LOG-UNIVALI). A segunda técnica foi a análise por difratometria de Raios-X, realizada no Laboratório de Difratometria de Raios-X da Universidade de Brasília (UnB), onde se utilizou o difratômetro Rigaku – D/MAX – 2A/C, operado com tubo de cobre, com 40kV e 20mA, acoplado ao software Jade 3.0 (MDI).

Para as análises granulométricas, o procedimento inicial foi a lavagem do material, visando à completa remoção do sal.

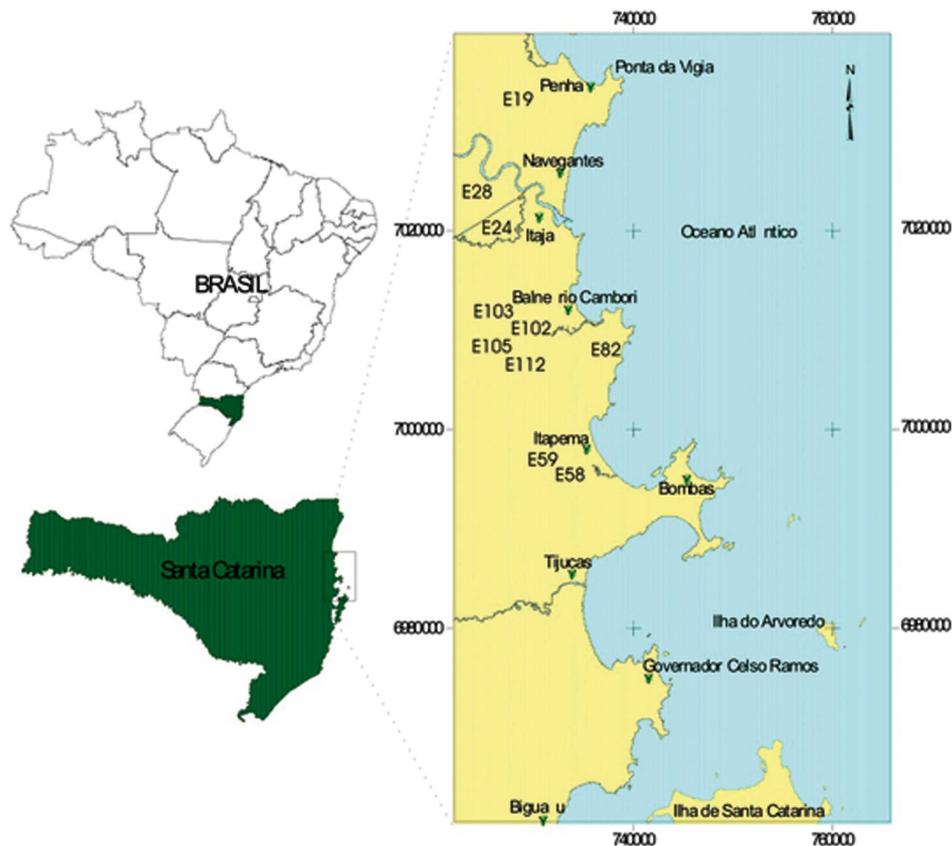


Figura 2: Mapa da área de estudo com as amostras posicionadas ao longo da planície costeira.

Figure 2: Map of study area with the sample positioned along the coastal plain.

Após secarem em estufa, separou-se 100g da amostra, as quais foram quarteadas, utilizando-se 1/4 da amostra no processo de peneiramento e pipetagem (isso quanto mais de 10% da amostra for composta de sedimentos finos).

Esse procedimento segue a metodologia tradicionalmente utilizada nos estudos sedimentares e cujos detalhes são facilmente encontráveis na literatura especializada (KRUMBEIN; PETTIJOHN, 1938; GRIFFITHS, 1967; CARVER, 1971).

Para as análises de difratometria de Raios-X, o procedimento envolveu a análise da composição mineralógica total e da fração argila.

A preparação para a análise da composição total incluiu, primeiro, o trituração de uma porção da amostra em gral de ágata e a leitura do difratômetro sobre lâmina de alumínio preenchido com o material pressionado em seu espaço vazado.

A análise deu-se por varredura de 2 a 70° 2 θ com velocidade de 2° por minuto.

A preparação da fração argila envolveu a separação de 10g das amostras, sua dispersão em água, seguida de separação das frações silte e argila, a primeira por decantação a partir de centrifugação a 750 rpm durante 7 minutos e a segunda após centrifugação subsequente, a 3.000 rpm durante 30 minutos. Foi desprezada a fração silte decantada.

Foram montadas lâminas de vidro com esfregaço de uma pasta da fração argila, as quais foram analisadas no difratômetro após sua secagem ao natural.

Procedeu-se a análise por varredura no intervalo 2 a 35° 2 θ a 2° por minuto. A mesma análise foi repetida após glicolagem e aquecimento das lâminas da fração argila, objetivando principalmente a distinção entre os argilominerais clorita, esmectita, vermiculita e interestratificados. Para a glicolagem, as lâminas foram submetidas ao repouso em uma atmosfera de etileno-glicol por 15 horas. O aquecimento das lâminas atingiu temperatura próxima a 600°C, em mufla.

Para o presente trabalho, optou-se por apresentar e discutir somente os resulta-

dos obtidos na composição total. As amostras (orientada, glicolada e aquecida) apresentaram praticamente os mesmos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os sedimentos analisados são na sua totalidade amostras de superfície e subsuperfície extraídas através de coletas manuais, a longo da planície costeira setentrional de Santa Catarina.

Análise Granulométrica e Depositional

As amostras foram submetidas ao tratamento estatístico para determinação da granulometria e posteriormente aplicou-se uma análise multivariada proposta por Sahu (1964) para tentar estabelecer uma tendência ao ambiente deposicional. Os tratamentos revelaram que grande parte das amostras são compostas por areias e silte, influenciados pelo sistema marinho raso (Tabela I).

As maiores concentrações de areia foram registradas nas amostras E24, E58, E59 e E102. As três primeiras, relacionadas a depósitos lagunares e paludais, os quais foram influenciados pela sedimentação marinha, possivelmente constituem parte do sistema laguna-barreira IV formada no Holoceno (Figura 3). A amostra E102 pertencente a um depósito aluvial cujo domínio de areia pode ter sido favorecido por escorregamento; o pacote contém sedimentos do Pleistoceno.

Nas amostras E19, E82 e E103, foram registradas as maiores concentrações de silte, sendo que esta última também apresentou o maior valor de concentração de argila. Relacionando a granulometria com o ambiente deposicional, pode-se observar que cada uma das três amostras pertence a ambientes deposicionais distintos, são estes: depósitos lagunares e paludais, depósito marinho praiado e eólico e depósito de leques aluviais respectivamente. Ambas amostras apresentam uma relativa mistura granulométrica, o que pode ter sido influenciada em partes pela distância da linha de costa atual, ou pelo próprio agente deposicional. Porém

a amostra E82 (lama calcífera fossilífera, de cor cinza claro), amostrada no ambiente praiar atual, pode ter sido influenciada por colúvio.

A maior concentração de cascalhos foi constatada na amostra E112, além da variedade granulométrica; isso foi resultado de deposições

de encostas do sistema de leques aluviais. A amostra E28 é interpretada como de ambiente fluvial; já a amostra E105 interpretadas como pertencentes ao ambiente marinho praiar nos sedimentos coletados no topo da seção sedimentar (Figura 4).

| Nº Amostra | Md média | Mz mediana | Dp desvio-padrão | Ski assimetria | Tendência (Sahu, 1964) | Cascalho | Areia | Silte | Argila |
|------------|----------|------------|------------------|----------------|--------------------------|----------|--------|--------|--------|
| E19 | 4,42 | 4,42 | 0,47 | -0,20 | Marinho praiar | 0,00 | 150,25 | 843,93 | 0,57 |
| E24 | 2,30 | 2,33 | 0,35 | -0,13 | Marinho praiar | 0,00 | 999,89 | 0,01 | 0,00 |
| E28 | 3,36 | 3,17 | 1,06 | 0,17 | Fluvial | 0,35 | 594 | 396,97 | 0,56 |
| E58 | 2,65 | 2,62 | 0,68 | 0,24 | Marinho ou gravitacional | 0,00 | 893,39 | 106,02 | 0,08 |
| E59 | 2,75 | 2,77 | 0,63 | 0,099 | Marinho praiar | 0,00 | 910,46 | 89,54 | 0,00 |
| E82 | 4,50 | 4,50 | 0,32 | 0,00 | Marinho praiar | 0,05 | 16,14 | 974,70 | 0,87 |
| E102 | 2,42 | 2,49 | 0,82 | -0,09 | Marinho praiar | 0,07 | 931,49 | 67,87 | 0,00 |
| E103 | 4,16 | 4,34 | 0,65 | -0,36 | Marinho praiar | 0,00 | 254,40 | 735,52 | 10,08 |
| E105 | 3,96 | 4,22 | 0,999 | -0,51 | Marinho praiar | 0,66 | 354,67 | 634,05 | 0,46 |
| E112 | 2,06 | 2,50 | 2,48 | -0,29 | Fluvial | 152,03 | 443,71 | 399,76 | 0,43 |

Tabela 1: Distribuição granulométrica individual e tendência de enquadramento nos diferentes ambientes deposicionais.

Table 1: Particle size distribution and individual frame tendency to the different depositional environments.



Figura 3: Vista geral dos depósitos do tipo Laguna-Barreira IV na planície costeira, destacando os locais de coleta das amostras E58 e E59, na planície de Itapema (SC).

Figure 3: Overview of Lagunal-Barrier IV deposits type in the coastal plain, highlighting the locations of collection of samples E58 and E59, in the plain of Itapema (SC).

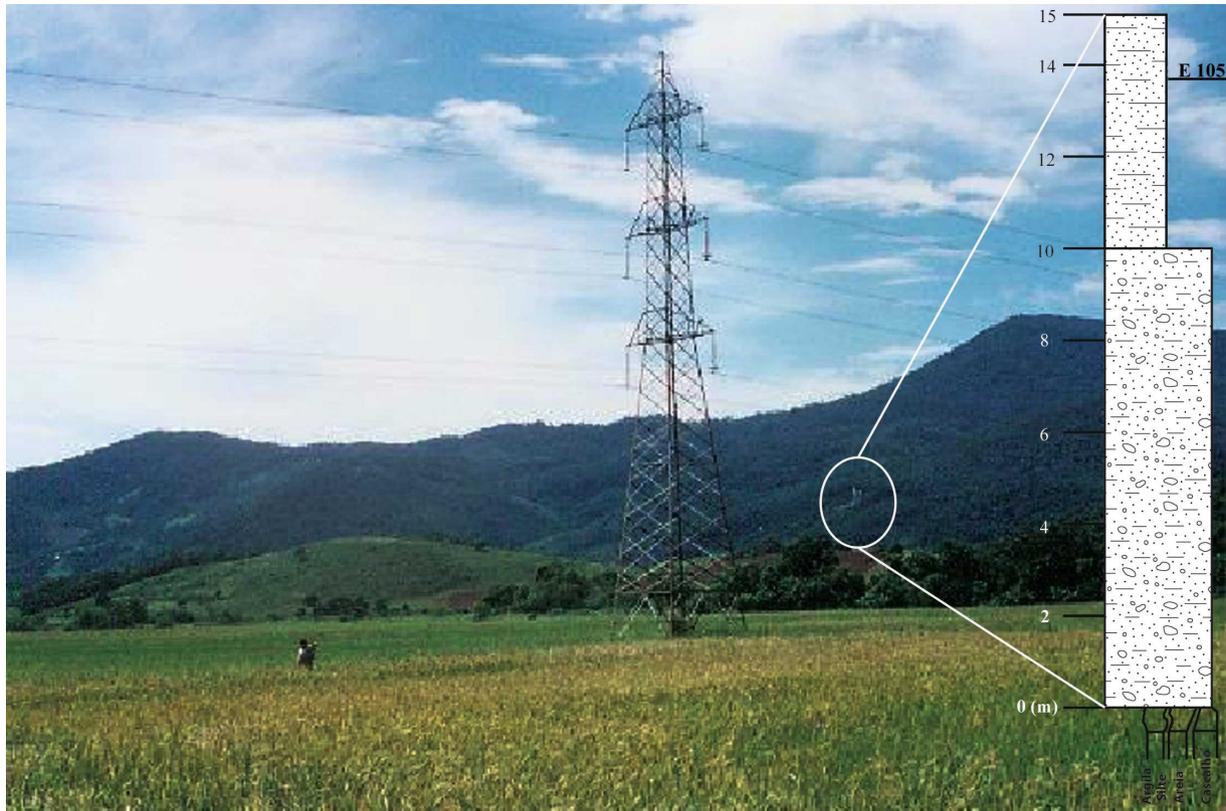


Figura 4: Vista geral da planície costeira da região próxima a Balneário Camboriú (ponto E105), ao fundo os depósitos de encostas associados à erosão das terras altas e uma coluna sedimentar simplificada da estação de coleta, onde observa nos primeiros 10 metros muita mistura de areias, cascalhos e siltes, com influência do ambiente marinho praiar. No topo (últimos 5 metros) estão os depósitos de silte sob influência dos leques aluviais.

Figure 4: Overview of the coastal plain region near to Balneário Camboriú (Item E105), the bottom slope deposits associated with the erosion of the highlands and a sedimentary column simplified the collection station, where he observes in the first 10 meters of a mixed sand, gravel and silts, with influence of the marine environment praiar. At the top (last 5 meters) are the deposits of silt under the influence of alluvial fans.

Difratometria de Raios-X

As análises apontaram que o mineral quartzo está presente em todas as amostras analisadas, sendo o componente de maior abundância.

Esse fato era esperado visto que as amostras são parte de uma planície costeira tipicamente terrígena do Quaternário brasileiro.

Os minerais, segundo sua abundância nas amostras, foram assim reconhecidos: o quartzo como o mais abundante, em segundo lugar em termos de ocorrência nas amostras foi a caulinita, que com exceção das amostras E58 e E59, estiveram presentes em todas as outras amostras analisadas (Figura 5).

As amostras E58 (areia quartzosa fina pouco arredondada, fossilífera, de cor marrom; pouca lama vermelho escuro e E59 (areia quartzosa fina pouco arredondada, fossilífera de cor vermelha; pouca lama vermelho escuro) apresentaram 100% de quartzo em sua composição mineralógica (Figura 6).

Estas amostras fazem parte de depósitos típicos de ambientes lagunares e paludais pertencentes ao sistema Laguna-Barreira IV, muito bem selecionados e maduros.

A illita é o terceiro mineral mais abundante e ocorre em 6 amostras, são elas: E19, E24, E82, E103, E105 e E112, seguida da albita que ocorre em 5 (cinco) amostras juntamente com a illita exceto na amostra E105 (cf. Figura 5).

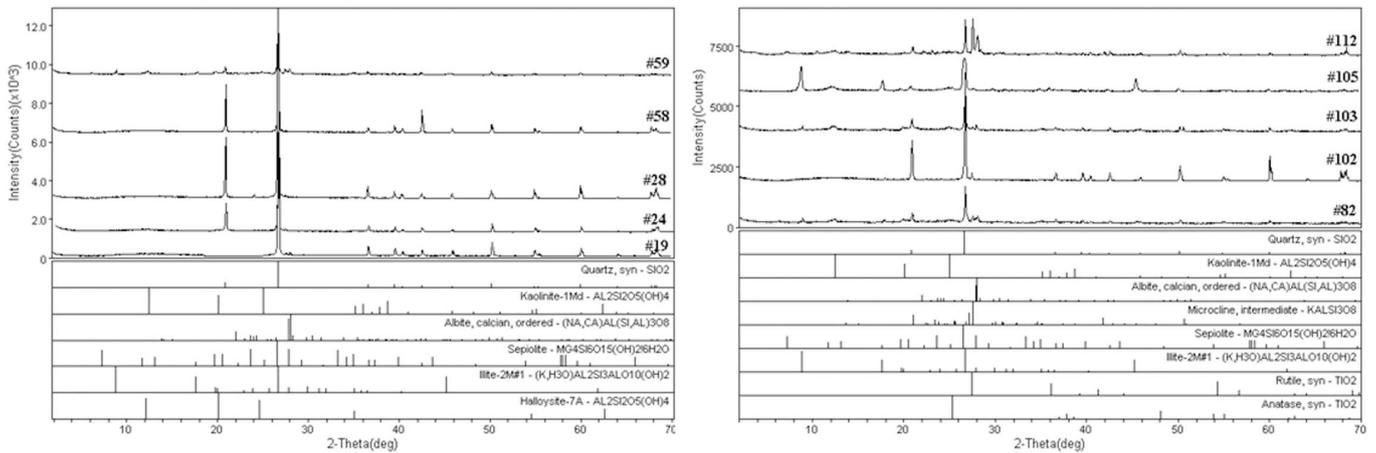


Figura 5: Difratogramas das amostras de sedimentos silte-arenosos provenientes dos depósitos lagunares, paludiais, deltáicos, eólicos, praias e de leques aluviais da planície costeira, analisadas como amostra total.

Figure 5: XRD patterns of sediment samples from the silt-sandy lagoon deposits, paludiais, deltaic, eolian, and alluvial fans praias coastal plain, analyzed as the total sample.

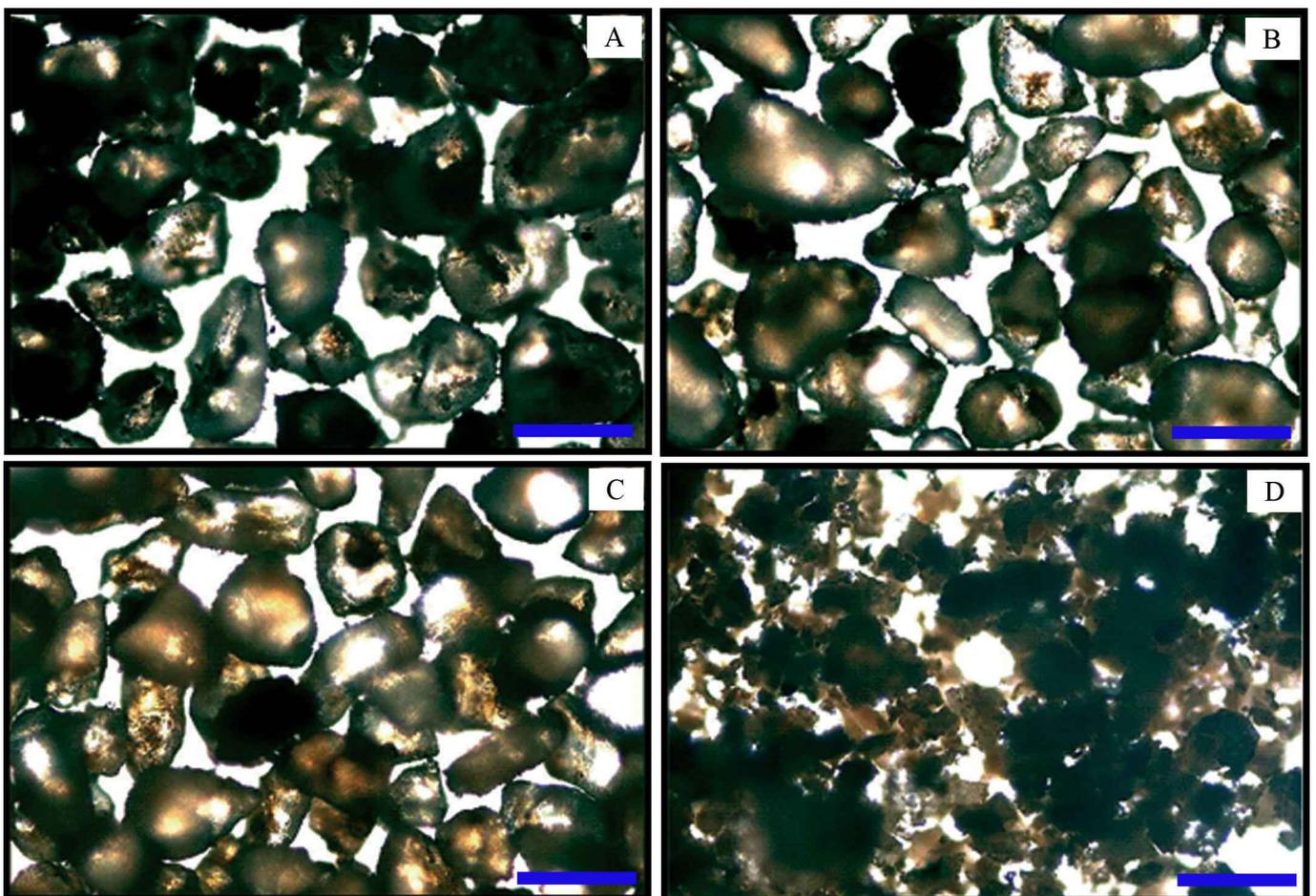


Figura 6: Fotomicrografia dos sedimentos das amostras E58 (A) e E59 (B) da região de Itapema, E102 (C) e E105 (D) da região de Balneário Camboriú, em ambas podemos perceber a variedade granulométrica, textural e o grau de arredondamento. Escala = 1mm.

Figure 6: Photomicrograph of sediment from E58 (A) and E59 (B) samples of the Itapema region, E102 (C) and E105 (D) samples of the Balneário Camboriú, as possible to see in both the particle size range, texture and roundness. Scale = 1mm.

As amostras E19 (lama calcífera fossilífera de cor cinza, poucos grãos de quartzo de tamanho areia muito fina) e E24 (areia quartzosa fina calcífera, fossilífera, de cor cinza avermelhado, pouco maduro texturalmente com grãos amassados, angulosos e alongados), são sedimentos proximais e com baixo grau de maturidade, de contribuição continental (Figura 7). Considerando que a illita e a caulinita presentes não forem primárias, então se tem um estágio inicial a intermediário do intemperismo do sedimento como um todo.

A amostra E19 mostra uma tendência de um típico ambiente de sedimentação marinho praiado (Tabela I). A presença dos minerais acima mencionados sugere que as rochas do embasamento da região contém grandes quantidades de carbonato de cálcio (Ca⁺) (Figura 8), que quando erodida e levados para as terras mais baixas depositam nos depósitos paleo-lagunares, alcalinizando-os; a presença que grande quantidade de restos de conchas carbonáticas também influencia nessa alcalinização.

A amostra E28 (areia quartzosa muito fina com lama amarelada de caulinita e vermiculita; bem selecionada) tem alto grau de

evolução mineralógica. A presença de vermiculita e caulinita, e a ausência do feldspato sugere esta evolução. O mesmo pode ser considerado para as amostras E102 (areia quartzosa fina e arredondada, com lama amarela fossilífera e E105 (areia muito fina com muita lama amarelada) (Figuras 5 e 6). As características sedimentares muito similares sugerem que a lama amarela contida nas três amostras acima referidas é a massa de argilominerais cuja composição maior é de vermiculita e caulinita.

Os cálculos de tendência apontam diferentes ambientes de sedimentação, sendo a amostra E28 dominada pelo fluvial e as amostras E102 e E105 dominadas pelo marinho praiado (Tabela I).

Na amostra E103 (silte calcífero amarelo claro), observa-se uma contribuição proximal, caracterizado também pelo baixo grau de maturidade da amostra, a presença dos teores de caulinita, sugere que o processo intempérico acentuado atuou na amostra; há uma tendência para um ambiente de sedimentação marinho praiado (Tabela I) que favoreceu a deposição de finas lamelas calcíferas fossilíferas e areias muito finas de coloração amarelo claro.

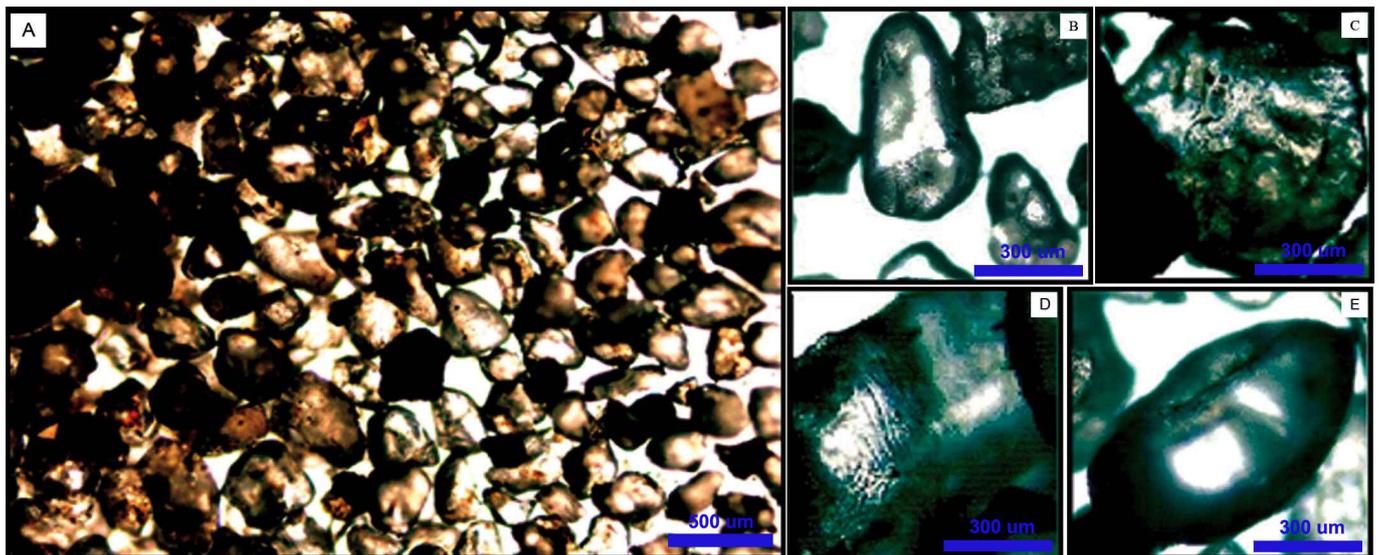


Figura 7: Fotomicrografia dos sedimentos da amostra E24 em vista geral, destacando a variedade granulométrica. Nos detalhes "B","C","D": grãos de quartzo de diferentes graus de maturidade textural; "E": fóssil de ostracode.
Figure 7: Photomicrograph of sediments in the E24 sample overview, highlighting the particle size range. In detail B, C, D: quartz grains of different degrees of maturity and textural detail; detail E: and fossil ostracode.

Na amostra E112 (pelito e arenito muito fino, calcífero, de cor amarelado), a contribuição do embasamento é confirmada pela presença de minerais anfibólitos (actinolita) e feldspatos alcalino (KF ou microclina) correspondendo a sedimentos com baixo grau de maturidade mineralógica.



Figura 8: Vista geral dos calcários dolomíticos estratificados nas proximidades de Balneário Camboriú (SC).
Figure 8: Overview of the laminated dolomitic limestones near to Balneário Camboriú (SC).

Os minerais podem ter sido erodidos do embasamento por processos fluviais como a tendência calculada sugere (Tabela I) e posteriormente depositado por leques aluviais na

porção mais distal, tendo em conta que são encontradas somente as frações de areias muito finas e lama calcífera.

CONCLUSÃO

A área de estudo é em grande parte afetada pela geologia das terras altas e pelas oscilações do nível relativo do mar, sendo observado, nos depósitos, um comportamento típico de planície costeira terrígena de margem passiva.

O domínio das areias quartzosas é um indicativo do alto grau de maturidade textural e mineralógico que os depósitos estudados apresentaram.

A aplicação da análise multivariada proposta por Sahu (1964) se mostrou uma importante ferramenta matemática na identificação das tendências dos diversos ambientes de sedimentação encontrados na planície costeira Centro-Norte catarinense.

A análise de difratometria de Raios-X mostrou-se fundamental na determinação dos argilo-minerais presentes nas amostras e auxiliam nos trabalhos de mineralogia e na identificação das áreas fonte.

As lamelas amarelas encontradas em algumas amostras têm sua composição dominada pelos argilominerais vermiculita e caulinita. As amostras E58 e E59 apresentaram somente quartzo nos difratogramas, o que sugere que o sistema Laguna-Barreira IV caracteriza-se pelo alto grau de maturidade textural e mineralógica. Esse fato reforça a idéia da deriva litorânea de NE desde a formação do sistema.

As mudanças de fácies na amostra E105 é explicada pela ação de dois dos principais sistemas deposicionais presentes na região, o sistema marinho praiado (na base) e o sistema de leques aluviais (no topo da seção).

Os depósitos calcíferos e dolomíticos influenciam os ambientes proximais da planície costeira, alcalinizando-os e favorecendo a preservação dos minerais de illita, caulinita e principalmente montmorilonita.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Banco do Brasil pelo financiamento deste projeto. Ao Laboratório de Oceanografia Geológica da Universidade do Vale do Itajaí (LOG-UNIVALI) pela participação nas coletas e apoio nas análises granulométricas, ao Instituto de Geociências e ao Laboratório de Difractometria de Raios-X da Universidade de Brasília (UnB) e ao geólogo Samuel Fernandes da Costa Neto pelo apoio técnico das análises de Raios-X. O primeiro autor agradece a FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) de Portugal, concessão nº SFRH/BD/60518/2009, pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVER, R.E., **Procedures in Sedimentary Petrology**. EUA: John Wiley & Sons Inc., 1971, 672p.

CARUSO JUNIOR, F.; ARAÚJO, S. A. Ambientes de Sedimentação Costeiros da Região Centro-Norte de Santa Catarina e seu Relacionamento com a Geologia Regional. In: Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas, I, 2000, Itajaí SC. **Anais do ...**, Itajaí - SC : Editora da UNIVALI, 2000. v. 1. p. 202-203.

DIEHL, F.L.; HORN FILHO, N.O. Compartimentação Geológico-Geomorfológico da Zona Litorânea e Planície Costeira do Estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, v.9, p. 39-50. 1996.

GRIFFITHS, J.C., 1967. **Scientific method in the analysis of sediments**. EUA: McGraw-Hill Education, 1967, 508p.

KRUMBEIN, R.O.; PETTIJOHN, F., **Manual of Sedimentary Petrography: Sampling, preparation for analysis, mechanical analysis and statistical analysis**. EUA: D. Appleton-Century Co., 1938, 549p.

SAHU, B.K. Depositional Mechanisms from the Size Analysis of Clastic Sediments. **J. Sediment. Petrol.**, EUA, v.34, p.73-83. 1964.

SCHEIBE, L.F. A geologia de Santa Catarina. **GEOSUL**, Santa Catarina, v.1, n.1., p 7-38, 1986.