



Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar

Universidade do Vale do Itajaí

Curso de Oceanografia

Mapeamento Geológico da Região Costeira de Penha e Piçarras, SC

Henrique Frasson de Souza Mário

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Oceanografia, para obtenção do grau Oceanógrafo.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Caruso Jr.

Co-orientador: Prof. Sergey Alex de Araújo

Itajaí, dezembro de 2000.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meu irmão que sempre compartilhou comigo suas idéias e pensamentos, mantendo uma forte relação de amizade mesmo durante os anos que estive distante de casa.

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais, Antônio Souza Mário Filho e Dora Lúcia Frasson, que acreditaram no potencial do curso de Oceanografia, me dando total apoio para realizar este sonho.
- Aos meus amigos-irmãos Marcelo, Vinícius, Luciano e César por tudo o que enfrentamos juntos dividindo o mesmo teto.
- Aos alunos formandos, por toda a nossa história nestes cinco anos.
- A Hellen, pelo seu amor, companheirismo, compreensão e amizade.
- Aos professores e funcionários do CTTMar, da UNIVALI, pela presença e amizade.
- A todos os amigos e colegas do curso de oceanografia, por fazerem da universidade um ambiente bastante amigável.
- A Romélia, Bianca e Thaís, que sempre se esforçaram para ajudar no que fosse possível em nosso cotidiano.
- A Michelli e Rafael, pela paciência e amizade no trabalho no Laboratório de Geologia do CTTMar.
- A todos que de alguma forma contribuíram para minha formação e para a conclusão deste trabalho.
- Em especial aos professores e amigos Dr. Francisco Caruso Jr. e Sergey Alex de Araújo, cuja dedicação e paciência foram essenciais para minha formação pessoal, desenvolvimento técnico e conclusão deste projeto de graduação.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMO	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVOS GERAIS	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA	9
4.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	9
4.2. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	11
4.2.1. QUADRO DEMOGRÁFICO	11
4.2.2. QUADRO ECONÔMICO	11
4.3. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	12
4.3.1. GEOMORFOLÓGIA	12
4.3.2. CLIMA	16
4.3.3. VEGETAÇÃO	17
4.3.4. SOLOS	20
4.3.5. HIDROGRAFIA	20
5. METODOLOGIA	23
5.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	23
5.2. FOTOINTERPRETAÇÃO	23
5.3. LEVANTAMENTO DE CAMPO	25
5.4. GEOPROCESSAMENTO	26
5.6. EDIÇÃO GRÁFICA	27
6. GEOPROCESSAMENTO	28
7. GEOLOGIA	37

7.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA.....	37
7.1.1. ASPECTOS REGIONAIS E LOCAIS.....	37
7.1.2. ASPECTOS TECTÔNICOS.....	37
7.2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS	39
7.2.1. EMBASAMENTO CRISTALINO.....	39
7.2.2. SISTEMAS DEPOSICIONAIS.....	40
7.3. ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS.....	51
7.3.1. Metodologia	52
7.3.2. Resultados da Análise da Amostra 01	54
7.3.3. Resultados da Análise da Amostra 02	55
7.3.4. Interpretação dos Resultados	56
7.4. EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA.....	58
8. CONCLUSÕES.....	68
9. GLOSSÁRIO.....	70
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXO	78





LISTA DE TABELAS











	Pg.
Tabela 1: Distribuição granulométrica na escala PHI, peso e frequência acumulada dos sedimentos retidos nas diferentes peneiras da amostra 01.....	54
Tabela 2: Resultados estatísticos da análise granulométrica da amostra 01...	54
Tabela 3: Distribuição granulométrica na escala PHI, peso e frequência acumulada dos sedimentos retidos nas diferentes peneiras da amostra 02.....	55
Tabela 4: Resultados estatísticos da análise granulométrica da amostra 02...	55

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Localização da área de estudo (modificado da Folha IBGE 1:250.000, de Joinville)..... 10
- Figura 02.** Visão da Ponta da Vigia mostrando o alto potencial turístico local, que possui rara beleza cênica. Ao fundo a praia da Armação e abaixo as bóias do cultivo de Mexilhões..... 12
- Figura 3.** Imagem de Satélite de parte do Litoral Centro-Norte Catarinense, destacando as diversas formas do relevo encontradas na região. 16
- Figura 04.** Ecossistemas do estuário do Rio Irirí. A seta azul mostra a vegetação típica de marismas e a verde vegetação típica de manguezal. 17
- Figura 05.** Vegetação do Manguezal do Rio Iriri composta em sua maioria pela *Avicenia sp.* 18
- Figura 06.** Mapa de vegetação da área de estudo. Modificado do mapa temático de cobertura vegetal na escala 1:250.000 do CD “Cobertura Vegetal de Santa Catarina” (CIASC – FATMA)..... 19
- Figura 07.** Bacias e Regiões Hidrográficas de Santa Catarina, enfocando a Bacia e Hidrográfica do Rio Itajaí e Região Hidrográfica do Vale do Itajaí, onde se localiza a área de estudo. (fonte: “Bacias Hidrográficas de Santa Catarina, Diagnóstico Geral”, SDA – SRH/MMA, 1997)..... 22
- Figura 08.** Esquema mostrando a sobreposição das fotos na estereoscopia e o resultado da interpretação de uma foto aérea. O quadro verde representa uma folha transparente com o desenho dos depósitos sedimentares de um setor da área de estudo, ou mais especificamente uma “overlay” com o desenho das classes do setor. 24
- Figura 10.** Ilustração mostrando como confeccionar o mosaico de “layers” sobre uma base cartográfica, para posterior digitalização..... 27
- Figura 11.** Evolução da tecnologia de Geoprocessamento. Fonte: recurso de ajuda do Spring. 29
- Figura 12.** A antiga metodologia de cartografia geológica resultava em ótimas apresentações gráficas, mas deixava muito a desejar em sua acurácia

- cartográfica, pois não havia uma grande preocupação da gráfica em relação ao mapa. (Fonte: Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, *Caruso*, 1993). 31
- Figura 13.** Saída gráfica do programa Idrisi. Facilmente pode-se visualizar que os contornos das diferentes classes do mapa parecem estar serrilhados. Isto é devido ao programa só trabalhar com informações raster. Fonte: Geologia da Planície Costeira do Sistema Praial Brava-Amores, SC, projeto de graduação (*Amin A.H.*, 1999). 32
- Figura 14.** Dentre os mapas geológicos estudados, os que foram feitos em “programas CAD” certamente possuem a melhor e mais detalhada saída gráfica. Fonte: Folha Botuverá, programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, (*Caldasso et al*, 1994). 33
- Figura 15.** A saída gráfica do programa Spring feita no Scarta, não é detalhada o suficiente para comportar o grande número de cores e pequenos detalhes de um mapa geológico tão bem quanto um CAD. Entretanto, os dados geológicos podem ser exportados para outros programas, no caso o CorelDRAW, possibilitando uma ótima qualidade gráfica. Fonte: Mapa Geológico da Folha Camboriú (*Caruso et al.*, 2000). 36
- Figura 16.** Esboço tectônico da região nordeste de Santa Catarina (*Caldasso et al.*, 1995, *in*: *Caruso* 1999). 38
- Figura 17.** Foto de uma rocha característica do Complexo Granulítico Santa Catarina, localizado na extremidade norte da Praia Grande, próximo a Ponta da Vigia. 39
- Figura 18.** Na Praia Grande, no município de Penha, o desenvolvimento urbano deu-se preferencialmente sobre os depósitos Pleistocênicos. 43
- Figura 19.** Em Itajubá, em Piçarras, as casas estão construídas sobre depósitos sedimentares pleistocênicos, que apresentam uma escarpa em seu plano leste. 43
- Figura 20.** Do Morro da Galheta tem-se a visão do Parque de Diversões do Beto Carreiro, que está em parte sobre os depósitos marinhos praias/eólicos pleistocênicos (seta azul). À direita nota-se uma faixa de vegetação mais densa, que está sobre depósitos paleolagunares (seta amarela). Ao fundo encontra-se o Morro Grande, do Complexo Granulítico Santa Catarina (seta verde). 45

- Figura 21.** A planície de Navegantes é formado por cristas de praia transgressiva, sendo que a progradação da linha de costa deu-se no sentido indicado pela seta azul, suprida pelos sedimentos provenientes do rio Itajaí-Açú, retrabalhados pela ação das ondas. 46
- Figura 22.** Na praia do Gravatá a o processo erosivo é tão grande que a faixa de praia holocênica é praticamente inexistente. 48
- Figura 23.** Praia de Piçarras antes do trabalho do engordamento praial. Observa-se um grande processo erosivo, que atinge o calçamento, deixando uma estreita faixa de praia. 49
- Figura 24.** Após o preenchimento artificial a Praia de Piçarras tomou uma outra configuração. Agora os problemas de erosão foram amenizados e o potencial turístico ampliado. 49
- Figura 25.** Montagem de fotos, demonstrando a visão panorâmica parcial da área de estudo, que se observa sobre o Morro da Galheta, no município de Penha. A seta **amarela** indica a Praia do Gravatá, **a vermelha** o Morro do Bugre, **as azuis** os depósitos praias marinho/eólicos pleistocênicos da região de retro-barreira e **a rosa** a Praia da Armação. 50
- Figura 26.** Perfil do depósito sedimentar localizado em Santa Lúcia, de onde foi retirada a amostra 01. 52
- Figura 27.** Perfil do pacote sedimentar próximo à Praia de Piçarras, de onde foi retirada a amostras 02. 53
- Figura 28.** Gráficos demonstrando as distribuições granulométricas das duas amostras analisadas. 56
- Figura 29.** Neste período o sistema continental de leques aluviais se desenvolveu, originando os depósitos de encostas  e os depósitos de planície colúvio-aluvionares , a partir do intemperismo e erosão das rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina . 60
- Figura 30.** No máximo da transgressão pleistocênica iniciou-se a formação dos depósitos praias marinho/eólicos , integrantes do Sistema Depositional Dominado por Ondas, que foram depositados inicialmente na forma de Ilhas/barreiras. 61

- Figura 31.** Com o início do abaixamento do nível relativo do mar, os depósitos praias marinho/eólicos  progradaram e as regiões de retro-barreira, começaram a secar em função do abaixamento do lençol freático, possibilitando o crescimento vegetal e a formação dos depósitos paleolagunares . 62
- Figura 32.** O máximo da regressão pleistocênica originou uma grande planície costeira , cuja linha de costa progradou até a quebra da plataforma continental. Neste período os rios meandravam pela planície costeira. 63
- Figura 33.** No Holoceno o mar afogou a planície costeira pleistocênica, chegando a cotas de aproximadamente 3.5m acima do nível atual. Este evento promoveu a erosão dos depósitos pleistocênicos , formando escarpas e restabeleceu condições aquosas nas zonas paleolagunares. Neste período também originaram-se os depósitos praias marinho/eólicos holocênicos . 64
- Figura 34.** A oscilação negativa do nível relativo do mar promoveu a progradação da linha de costa, com a formação dos depósitos de cristas de praia regressiva , assim como dos depósitos praias marinho/eólicos holocênicos . Também provocou o abaixamento do lençol freático, dando origem aos depósitos paludiais . 65
- Figura 35.** Uma oscilação positiva do nível relativo do mar (<2.000 ka) erodiu os depósitos praias marinho/eólicos holocênicos  e os de crista de praia regressiva , fazendo com que a linha de costa retrogradasse até a situação atual. 66
- Figura 36.** Coluna estratigráfica dos depósitos sedimentares e rochas do embasamento de Penha e Piçarras, SC. 67

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa Geológico da Região Costeira de Penha e Piçarras.

RESUMO

A interpretação das fotos aéreas de 1957, na escala 1:25.000 embasada em diversos trabalhos de campo, juntamente com a utilização de softwares avançados de geoprocessamento e edição gráfica, possibilitaram a execução do projeto “Mapeamento Geológico da Região Costeira de Penha e Piçarras, SC”, que cartografou detalhadamente os ambientes sedimentares costeiros presentes na região. O programa utilizado para a digitalização do mapa geológico foi o Spring, software desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), caracterizado como um sistema de informações geográficas (SIG). Os depósitos sedimentares da Planície Costeira foram enquadrados em dois sistemas deposicionais, o Continental de Leques Aluviais e o Costeiro Dominado por Ondas. Estes sistemas compreenderam os Depósitos de Encostas e Depósitos Aluvionares, referentes ao sistema continental e Depósitos Praiais Marinho/Eólicos, Depósitos de Cristas de Praia Regressiva, Depósitos Paleolagunares e Depósitos Paludiais, pertencentes ao sistema costeiro. Os resultados apresentados constituem um documento básico para qualquer iniciativa de futura avaliação do potencial dos recursos naturais da região costeira de Penha e Piçarras. Além de conter importantes informações de cunho geológico, o mapa serve de base cartográfica do meio físico para demais trabalhos científicos que venham a se desenvolver nesta região.

1. INTRODUÇÃO

Há muitos séculos a cartografia é uma das melhores maneiras de se representar uma área, superfície ou planta. Esta representação muitas vezes é de fundamental importância, pois muitas palavras e explicações podem ser simplificadas ao serem representadas em um mapa ou carta. A geologia também não é diferente, há uma necessidade geral de se utilizar cartas para melhor compreender os processos naturais que se observam.

Segundo *Oliveira (1993)*, “mapeamento é o conjunto de operações geodésicas, fotogramétricas, cartográficas e de sensoriamento remoto, visando à edição de um ou de vários tipos de cartas e mapas de qualquer natureza, como cartas básicas ou derivadas, cadastrais, topográficas, geográficas, espaciais, temáticas, etc. e a cartografia é o conjunto de estudos e operações científicas artísticas e técnicas, baseados em resultados de observações diretas ou análises de documentações, com vistas a elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, assim como a sua utilização”. Conclui-se então que a cartografia pode também ser classificada como uma das etapas de um mapeamento.

A interpretação das fotos aéreas de 1957, na escala 1:25.000 embasada em diversos trabalhos de campo, juntamente com a utilização de softwares avançados de geoprocessamento e edição gráfica, possibilitaram a execução do projeto “Mapeamento Geológico da Região Costeira de Penha e Piçarras, SC”, que cartografou detalhadamente os ambientes sedimentares costeiros presentes na região.

O programa utilizado para a digitalização do mapa geológico foi o Spring, software desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), caracterizado como um sistema de informações geográficas (SIG). Este é um sistema para processamento de informações georreferenciadas, esta atualmente na versão 3.4 e atende algumas das necessidades básicas e mais avançadas nos setores de sensoriamento remoto e geoprocessamento, sendo que algumas de suas principais características foram discutidas em relação a outros softwares utilizados na cartografia geológica.

Em Santa Catarina a metodologia de mapeamento de ambientes de sedimentação costeira vem sendo empregada por diversos autores, como *Martin et al* (1988), *Caruso Jr. et al.* (1987, 1993, 1995, 1997a, 1997b e 1999 e 2000), *Horn Filho et al.* (1996), Duarte (1995), *Frasson* (1999), *Amin Jr.* (1999), *Souza* (1999) e *Angulo & Souza* (1999), que desenvolveram mapas da costa do estado, caracterizando os depósitos sedimentares da planície costeira de forma detalhada. Estes mapas têm servido de base para inúmeros estudos e projetos realizados ao longo da costa, como: programas de gerenciamento costeiro, projetos de mineração, planos diretores, EIA-RIMA's, pareceres técnicos em geral, entre outros.

O Projeto que se segue foi desenvolvido em conjunto ao Laboratório de Geologia da UNIVALI-CTTMar, onde vem-se aplicando a metodologia de cartografia aqui apresentada, em diversos trabalhos de mapeamento geológico da Planície Costeira Catarinense. Sendo assim, os depósitos sedimentares da área de estudo foram descritos de acordo com a classificação feita para o Mapa Geológico da Folha Camboriú (*Caruso Jr. et al., 2000*), dividindo então os sistemas deposicionais em Sistema Depositional Continental de Leques Aluviais e Sistema Depositional Costeiro Dominado por Ondas. Sendo que os depósitos sedimentares encontrados na área de estudo são os Depósitos de Encostas e Depósitos Aluvionares, referentes ao sistema continental e os Depósitos Praiais Marinho/Eólicos, Depósitos de Cristas de Praia Regressiva, Depósitos Paleolagunares e Depósitos Paludiais, pertencentes ao sistema costeiro.

Há uma grande importância de se cartografar a geologia da planície costeira, pois esta representa uma área muito preciosa, tanto por abrigar grande parte da população, quanto por influenciar diretamente na indústria do turismo e por possuir recursos minerais potencialmente exploráveis. Trata-se de uma zona frágil que responde de maneira adversa às mudanças em seu perfil de equilíbrio. Portanto, os fenômenos naturais, como inundações e tempestades, podem resultar em grandes alterações na linha de costa, assim como o mal planejamento costeiro pode conduzir a fenômenos de erosão costeira locais, ou regionais.

O interesse mundial nos recursos da região costeira vem crescendo acentuadamente nos últimos anos. Várias iniciativas das nações desenvolvidas visam o seu conhecimento científico como forma de viabilizar a exploração racional dos recursos existentes. O estudo do meio-físico, assim como da formação e a

preservação dos recursos aí existentes; tais como areias, cascalhos, turfas, conchas calcárias e pláceres de minerais pesados; dependem de uma complexa interação de processos de flutuações do nível relativo do mar, mudanças ambientais e processos tectônicos, ocorrendo numa escala de tempo variável (*Caruso Jr., 1997b*)

Esses recursos recebem hoje grande atenção, tanto científica quanto econômica, sendo fundamental o estudo dos ambientes deposicionais ocorrentes ao longo da planície costeira. Além disto, a degradação do meio natural pode levar à diminuição dos estoques de recursos naturais, à queda da balneabilidade e do turismo e conseqüentemente à estagnação da economia local.

As acumulações minerais, usualmente preservam a história geológica das mudanças globais, e freqüentemente possuem apreciáveis concentrações de recursos potencialmente explotáveis. O conhecimento científico sobre esses recursos envolve o estudo de aspectos vinculados especialmente à evolução paleogeográfica, que é ligada diretamente às transgressões e regressões marinhas (*Caruso Jr. op cit*). A evolução paleogeográfica da região de Penha e Piçarras é aqui reconstituída, relacionando a formação dos depósitos sedimentares com os estádios evolutivos.

A solução dos conflitos decorrentes dos múltiplos usos do ambiente costeiro demanda ações rápidas e bases de dados adequadas, sendo que a ineficiência destas ações tende a repercutir sobre sua própria população (*Caruso Jr. op cit*).

Os resultados aqui apresentados constituem um documento básico para qualquer iniciativa de futura avaliação do potencial dos recursos naturais da região costeira de Penha e Piçarras. Além de conter importantes informações sobre a geologia, o mapa serve de base cartográfica para trabalhos científicos que venham a se desenvolver nesta região.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Contribuir com dados geológicos para subsidiar programas de gerenciamento costeiro e trabalhos regionais de mapeamento geológico e apresentar técnicas modernas de geocartografia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar o Mapa Geológico da Região Costeira de Penha e Piçarras, SC;
- Detalhar os ambientes sedimentares presentes na região;
- Reconstituir a evolução paleogeográfica deste setor da Planície Costeira;
- Apresentar os principais programas de computação utilizados para cartografia geológica em Santa Catarina.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Vários autores contribuíram para o conhecimento geológico do Estado de Santa Catarina, seja por meio de mapeamentos, esboços geológicos, contribuições à geomorfologia, entre outros trabalhos que devem ser levados em consideração em um mapeamento geológico.

Um dos trabalhos pioneiros foi o de *Maack* (1947) que estabeleceu três divisões para o relevo de Santa Catarina: o litoral, a escarpa marginal e o planalto interior.

Ao estabelecer uma divisão geomórfica para o estado, *Almeida* (1948) subdividiu-o em seis unidades: Planalto Cristalino, Serras Litorâneas, Planalto Sedimentar, Planalto de Lages, Planalto Basáltico e Planícies Costeiras. Inserindo o litoral catarinense nesta última unidade.

Posteriormente *Takeda* (1958) publicou um esboço geológico de Santa Catarina, escala 1:2.000.000, estabelecendo quatro regiões distintas: o Embasamento Cristalino, a Faixa Sedimentar Gonduânica, o Planalto de Lavas e as Zonas de Sedimentação Recente.

Dando ênfase à região costeira, *Martin & Suguio* (1986) apontaram as principais características dos depósitos quaternários costeiros de Santa Catarina. Neste trabalho apresentaram as propriedades e distribuição dos depósitos eólicos e marinhos pleistocênicos e holocênicos, assim como dos depósitos colúvio-aluvionares, flúvio-lagunares e paludiais.

No Rio Grande do Sul, *Villwock et al.* (1986) propuseram a divisão dos sistemas deposicionais da Planície Costeira em Sistema de Leques Aluviais e Sistema do Tipo Laguna-Barreira. O primeiro conduzido por processos próprios de ambientes continentais, o segundo por processos desenvolvidos em ambientes transicionais e marinhos. Este trabalho baseava-se na concepção de *Hayes* (1979), que enquadrava os depósitos Praiais, Deltáicos e do Tipo Laguna/Barreira no Sistema Costeiro Dominado Por Ondas.

Em Santa Catarina, até a década passada os trabalhos de mapeamento geológico referentes à planície costeira, não enquadravam os depósitos sedimentares em sistemas deposicionais, apenas em parâmetros litológicos.

O Mapa Geológico de Santa Catarina, escala 1:500.000 (*Silva et al.*, 1987), contribuiu de forma significativa para o mapeamento geológico no Estado, principalmente no que se refere às unidades do embasamento. Neste trabalho os sedimentos cenozóicos, não foram devidamente cartografados, apenas descritos sucintamente e subdivididos em Sedimentos Continentais, Sedimentos Marinhos e Formação Iquerim, sendo que para as unidades quaternárias da planície costeira não propuseram nenhuma subdivisão.

Caruso Jr. (1987), no Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais de Santa Catarina, escala 1:500.000, abordou a geologia dos depósitos cenozóicos do Estado, propôs um esquema para a subdivisão dos domínios litoestratigráficos cenozóicos, discorreu sobre as principais características dos depósitos quaternários continentais e marinhos e apresentou os principais recursos minerais associados às litologias do Quaternário.

Ao publicarem o Mapa Geológico do Quaternário Costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina, escala 1:200.000, *Martin et al.* (1988) apresentaram no texto explicativo as características e distribuição dos depósitos marinhos/eólicos, lagunares e continentais, conforme sugerido nos trabalhos de *Suguió et al.* (1985) e *Martin e Suguió* (1986), que discorreram sobre os estádios evolutivos da região costeira, citando ainda as ocorrências minerais encontradas. No Mapa Geológico do Quaternário Costeiro de Santa Catarina, escala 1:200.000, *Martin et al.* (1988) apresentaram as características gerais dos depósitos sedimentares, enfatizando as características litológicas e idades dos depósitos sedimentares.

A partir da década de 90, começaram a surgir diversos mapas que caracterizaram a planície costeira catarinense com o conceito de sistemas deposicionais, de acordo com a concepção de *Hayes* (1979) e adotada por *Vilwock et al.* (1986), entre os quais os de *Caruso Jr.* (1993, 1995 e 1997), que em trabalhos de mapeamento geológico costeiro enquadraram as fácies sedimentares em sistemas deposicionais.

Em 1995, *Vilwock e Tomazelli* publicaram o Mapa Geológico da Província Costeira do Rio Grande do Sul, escala 1:1.000.000. Neste trabalho, os recursos minerais encontrados foram relacionados aos ambientes sedimentares e a evolução paleogeográfica da planície costeira foi reconstituída, apresentando a gênese dos sistemas laguna-barreira, presentes naquela região.

No Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, *Caruso Jr.* (1993) discorreu sobre as unidades geológicas e seu relacionamento com a geologia regional, além de propor um esquema de evolução geológica da Ilha de Santa Catarina.

Com base nos diversos trabalhos sobre a região costeira, *Diehl e Horn Filho* (1996) apresentaram um novo modelo de compartimentação geológica e geomorfológica para a planície costeira de Santa Catarina. Posteriormente *Horn Filho et al.* (1996) apresentaram tópicos sobre a geologia do Quaternário da planície costeira centro-norte de Santa Catarina. *Horn Filho* (1997) separou a Planície Costeira em Embasamento Cristalino e Elúvios Associados, Sistema Depositional Continental de Encostas e Sistema Depositional Litorâneo.

Angulo e Souza (1998) realizaram mapeamento do quaternário costeiro do Município de Itapoá, no norte catarinense.

Com o desenvolvimento dos estudos na costa de Santa Catarina, *Caruso et al* (1997) observou a existência de diversos depósitos relacionados ao Sistema Depositional Dominado por Ondas, dentre eles os depósitos de chenier, de praia transgressiva e regressiva e do tipo Laguna/Barreira.

No Mapa Geológico da Folha Itajaí, *Caruso e Araújo* (1999) sugeriram que os sistemas deposicionais da planície costeira do litoral de Santa Catarina fossem divididos em Sistema de Leques Aluviais e Sistema Depositional Dominado por Ondas. O primeiro compreende os Depósitos de Encostas e Depósitos Aluvionares e de Retrabalhamento Fluvial. O segundo é constituído pelos Depósitos Praiais Marinhos/Eólicos, Depósitos Paleolagunares e Depósitos Paludiais.

Frasson (1999) mapeou as diferentes fácies sedimentares da região costeira entre Itajaí e Barra Velha, Litoral Nordeste de Santa Catarina.

Souza (1999) no mapeamento da planície costeira do norte catarinense no Município de Itapoá, SC, diferenciou em duas unidades geológicas os depósitos sedimentares do quaternário costeiro. A unidade do Holoceno, agrupando os Terraços Marinhos Praiais e Dunas e as Planícies Paleoestuarinas e Mangues. A unidade do Pleistoceno, agrupando os Terraços Marinhos e os depósitos Indiferenciados.

No Mapa Geológico da Folha Camboriú, *Caruso Jr. et al.* (2000) enquadraram os depósitos sedimentares em dois sistemas deposicionais, o Sistema Depositional

Continental de Leques Aluviais e o Sistema Depositional Costeiro Dominado por Ondas, da mesma maneira do mapeamento realizado para a Folha Itajaí.

O que se observa é que os autores acima descritos utilizam metodologias de mapeamento muito semelhantes, mas apresentam concepções distintas sobre os sistemas deposicionais da planície costeira, fazendo com que os mapas produzidos em Santa Catarina não tenham colunas estratigráficas padronizadas. Desta maneira, há uma crescente tendência de se padronizar os mapas geológicos do litoral de Santa Catarina, com objetivo de se integrar os dados disponíveis em um único mapa geológico.

4. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA

Os aspectos gerais da área de estudo foram sintetizados a partir do Atlas de Santa Catarina (*Gaplan*, 1986) e do EIA-RIMA do Terminal Portuário de Navegantes (*Caruso Jr.*, 1999b), assim como observações de campo durante o trabalho.

4.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de estudo está inserida na microrregião geográfica de Itajaí e compreende os Municípios de Penha, Piçarras e parte de Navegantes (figura 1). A microrregião possui uma área de 1.555 Km². Limita-se com o Oceano Atlântico e com as microrregiões geográficas de Joinville, de Blumenau e de Tijucas. É constituída por 10 Municípios: Balneário Camboriú, Camboriú, Ilhota, Itajaí, Barra Velha, Itapema, Navegantes, Penha, Piçarras e Porto Belo. O presente mapeamento engloba os Municípios de Penha, Piçarras e parte de Navegantes.

As microrregiões geográficas constituem uma divisão territorial e compreendem o agrupamento de vários municípios que apresentam, entre si, características físicas e sócio-econômicas semelhantes.

Conforme *GAPLAN (op cit.)* o Estado de Santa Catarina possui 20 microrregiões geográficas.

A microrregião de Itajaí é servida pela BR-101, que se estende no sentido norte-sul, e pelas demais rodovias de ligação como BR-470, SC-470, e outras. Conta com um dos mais importantes aeroportos do estado, localizado no Município de Navegantes. O porto de Itajaí, um dos mais bem equipados do Estado, é responsável por grande comércio de cargas importadas em Santa Catarina. Destaca-se, ainda o Ferryboat (balsa) que liga Itajaí à Navegantes.

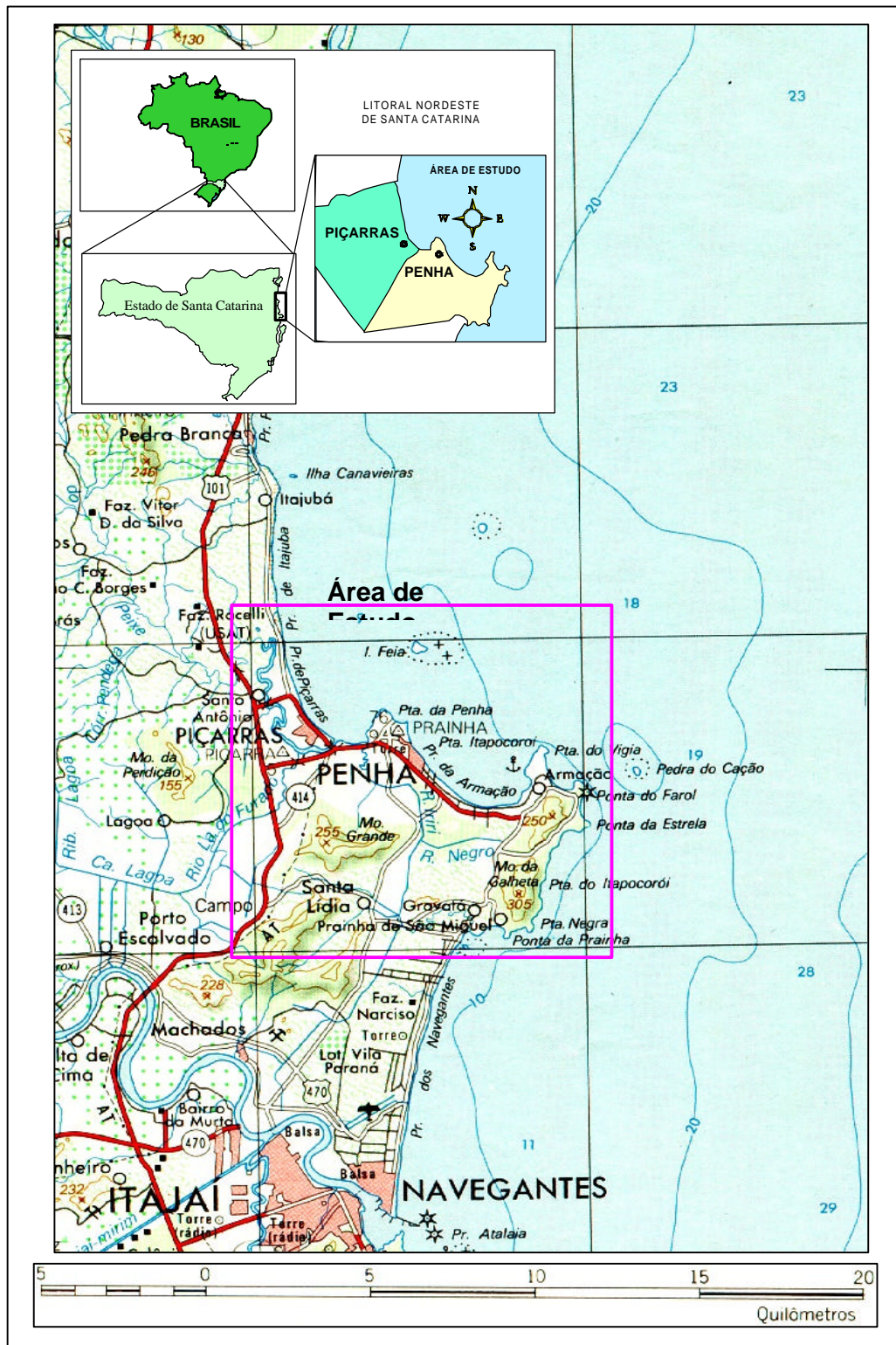


Figura 01. Localização da área de estudo (modificado da Folha IBGE 1:250.000, de Joinville).

4.2. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

4.2.1. QUADRO DEMOGRÁFICO

A Microrregião de Itajaí foi colonizada inicialmente por açorianos e posteriormente por italianos e alemães. Em 1980, contava com um contingente populacional de 186.213 habitantes, dos quais 152.303 viviam na zona urbana. Para 1989, as estimativas indicavam 249.545 habitantes, com uma população urbana correspondente a 88,18% deste total, com uma densidade demográfica de 160,48 hab./km².

4.2.2. QUADRO ECONÔMICO

A região é privilegiada por sua beleza natural, o que traz benefícios diretos e indiretos para economia local (figura 2). As principais atrações turísticas são: as praias, o parque de Santa Catarina Turismo – SANTUR, a Festa da Cachaça, o Porto de Itajaí, a Marejada – Festa Portuguesa e do Pescado, Festa do Marisco e o Beto Carreiro World, o maior parque de diversões da América Latina.

A cidade de Itajaí, principal centro próximo à área de estudo, tem se destacado desde o início de sua colonização pela predominância de atividades terciárias, notadamente as ligadas ao comércio de mercadorias e à prestação de serviços.

Os municípios que compõem esta microrregião, acrescidos de Luís Alves, na divisão turística, fazem parte da região denominada de “Rota do Sol”.

O setor primário da microrregião é pouco significativo, embora apresente na cultura de cana-de-açúcar a maior produção a nível estadual. Outras culturas menos significativas são as de arroz, mandioca e banana.

O setor secundário começou, na década de 70, a dar mostra de seu dinamismo, principalmente pela localização de atividades ligadas a fabricação de materiais de transporte (embarcações) e a industrialização do pescado. Atualmente, destacam-se as indústrias do vestuário, de cimento e de material elétrico. O cultivo de mexilhões e ostras vem crescendo na microrregião.



Figura 02. Visão da Ponta da Vigia mostrando o alto potencial turístico local, que possui rara beleza cênica. Ao fundo a praia da Armação e abaixo as bóias do cultivo de Mexilhões.

4.3. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

4.3.1. GEOMORFOLOGIA

Segundo Caruso (1999), as diversas formas de relevo que cobrem a bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu resultam, principalmente, da sua história geológica, da litologia e de fatores paleoclimáticos. Os eventos geológicos causadores de amplos arranjos estruturais e de expressivas ocorrências litológicas geraram grandes conjuntos de formas de relevo, que constituem os domínios morfoestruturais. Estes, por sua vez, compartimentam-se regionalmente, em função não mais de causas geológicas, mas sim de fatores de ordem essencialmente climática e de determinadas condições fitoecológicas e pedológicas. Tais compartimentos compreendem as regiões geomorfológicas que, em decorrência de processos

morfo genéticos mais localizados, relacionados principalmente às características da rede de drenagem, subdividem-se em unidades geomorfológicas.

São dois os domínios morfoestruturais que ocorrem na região de estudo, os Depósitos Sedimentares e a Faixa de Dobramentos Remobilizados. Os primeiros localizam-se na faixa litorânea, estendendo-se desde o oceano até as escarpas dos maciços costeiros. O segundo compreende tipos de modelados diversos, mas com uma origem comum, os terrenos cristalinos que remontam do Arqueano ao Proterozóico Superior, períodos caracterizados por ciclos orogênicos responsáveis por dobramentos e falhamentos de grande amplitude. Esses terrenos, após a ação dos agentes erosivos atuando ao longo das eras geológicas que se seguiram foram, no Terciário, novamente submetidos a eventos tectônicos, daí resultando extensas linhas de falha, escarpas e relevos alinhados em função dos antigos dobramentos e falhamentos mais recentes. Tais características respondem pela preponderância do controle estrutural sobre outros fatores, como o climático, por exemplo, na evolução das formas de relevo deste domínio.

O relevo da região oriental de Santa Catarina foi separado por *Almeida* (1948) em Planaltos Sedimentares, Serras Litorâneas e Planícies Costeiras. Posteriormente, segundo a sistematização adotada pelo *GAPLAN* (1986), essa mesma região foi enquadrada em unidades geomorfológicas denominadas Serra do Mar, Serras do Tabuleiro/Itajaí e Planícies Litorâneas.

Na área de estudo, ocorrem as unidades Serras do Tabuleiro/Itajaí e Planícies Litorâneas (*GAPLAN*, op. cit), que correspondem às unidades Serras Litorâneas e Planícies Costeiras (*Almeida*, op. cit.), respectivamente.

A unidade Serras do Tabuleiro/Itajaí estende-se desde as proximidades de Joinville até Laguna. Representam a área economicamente mais desenvolvida de Santa Catarina e, em conseqüência, importantes centros urbanos do Estado nela se localizam, tais como Joinville, Jaraguá do Sul, Blumenau e Brusque.

A caracterização geomorfológica da unidade é feita pela seqüência de serras dispostas de forma sub-paralela. A orientação predominante dessas serras é no sentido NE-SW e, altimetricamente, apresentam-se gradativamente mais baixas em direção ao litoral atingindo, próximo à linha de costa, altitudes inferiores a 100m, onde terminam através de pontais, penínsulas e ilhas.

Uma característica geral do relevo da unidade é dada pela intensa dissecação, que se acha, em grande parte, controlada estruturalmente, resultando num modelado de dissecação diferencial. Os vales são profundos com encostas íngremes e sulcadas, separadas por cristas bem marcadas na paisagem.

Na borda leste, os relevos desta unidade estão dispostos em meio às Planícies Litorâneas. Esses relevos antigamente constituíam ilhas, que foram ligadas ao continente pela sedimentação marinha.

Ao longo dos vales dos rios, como o do Itajaí-Açu, ocorrem relevos de topos convexos configurando morros em forma de meia laranja. Em muitos casos, essas formas acham-se isoladas por planos aluviais. As formas em meia laranja correspondem a um modelo de dissecação homogênea.

Os principais rios dessa unidade correm para o Oceano Atlântico, seguindo um sentido geral NE, principalmente em seu médio curso. No alto curso, estes rios caracterizam-se por vales profundos em forma de “V”, com encostas íngremes e leitos com blocos e matacões. No médio curso apresentam vertentes suavizadas pela dissecação em colinas e fundo plano. No baixo curso apresentam baixo gradiente, o que permitiu o desenvolvimento de amplas planícies aluviais, que se interdigitam com a sedimentação marinha.

A geomorfologia da unidade, caracterizada por encostas íngremes e vales profundos, favorece a atuação de processos erosivos, principalmente nas encostas desmatadas. Outra constatação é a possível ocorrência de movimentos de massa, uma vez que o manto de material fino resultante da alteração da rocha é espesso, podendo atingir até 20m de profundidade. Em muitas vertentes da área abrangida por essa unidade há anfiteatros de erosão ocasionados por movimentos de massa, na maioria das vezes sub-atuais.

A outra unidade geomorfológica presente na área de estudo, Planícies Litorâneas (*GAPLAN*, op. cit.), engloba uma estreita faixa situada na porção oriental do Estado, junto ao Oceano Atlântico, onde ocorrem ambientes sedimentares que evidenciam a predominância de processos marinhos e eólicos. Corresponde à unidade geomorfológica Planície Costeiras, de *Almeida* (1948).

Esta unidade estende-se desde a linha de costa até as encostas da serra, além de acompanhar os vales que penetram muitos quilômetros para o interior. É constituída por sedimentos quaternários, cuja origem está relacionada a fatores

diversos, dentre os quais se destacam as oscilações do nível do mar (no Pleistoceno e no Holoceno) e as mudanças climáticas, além da influência da tectônica regional. Esses sedimentos são de vários tipos; coluviais, aluviais, flúvio-marinhos, flúvio-lacustres, marinhos e eólicos; e identificam-se com diversas formas de modelado.

Ao longo de toda sua extensão (figura 3), a geomorfologia da unidade é diversificada, ocorrendo penínsulas, pontais, baías e enseadas, entre as quais se desenvolvem baixadas litorâneas descontínuas e planícies arenosas que abrigam inúmeras praias. As altitudes médias encontradas nas Planícies Litorâneas estão em torno de 10m, atingindo, em alguns terraços mais interiores, como nas proximidades das montanhas e serras à oeste, até 30m de altitude. O contato entre as Planícies Litorâneas e esses relevos elevados ocasiona contrastes altimétricos acentuados.

Os principais sistemas fluviais que drenam as Planícies Litorâneas, como a do rio Itajaí-Açu, são rios recentes, se comparados com os rios que pertencem a bacia hidrográfica do rio Paraná.



Figura 3. Imagem de Satélite de parte do Litoral Centro-Norte Catarinense, destacando as diversas formas do relevo encontradas na região.

4.3.2. CLIMA

Segundo Köppen (*in* Atlas de Santa Catarina), predomina o clima mesotérmico úmido com verões quentes (Cfa). Segundo Thornthwaite (*in*: Atlas de Santa Catarina), prevalece o clima úmido, com temperatura média anual de 20°C. Quanto a pluviosidade, a quantidade de chuvas varia entre 1.600 a 1.800mm anuais.

4.3.3. VEGETAÇÃO

Predomina a vegetação de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), com vegetação secundária e atividades agrícolas. Na Planície Costeira encontram-se vegetações de diversos ecossistemas, como a vegetação de mangues, dunas, lagunas e banhados. Pode-se citar o Manguezal do Rio Iirí, na região de Penha, como uma área ainda preservada e de grande importância para a comunidade local (figuras 4, 5 e 6).



Figura 04. Ecossistemas do estuário do Rio Iirí. A seta azul mostra a vegetação típica de marismas e a verde vegetação típica de manguezal.



Figura 05. Vegetação do Manguezal do Rio Iriri composta em sua maioria pela *Avicenia sp.*

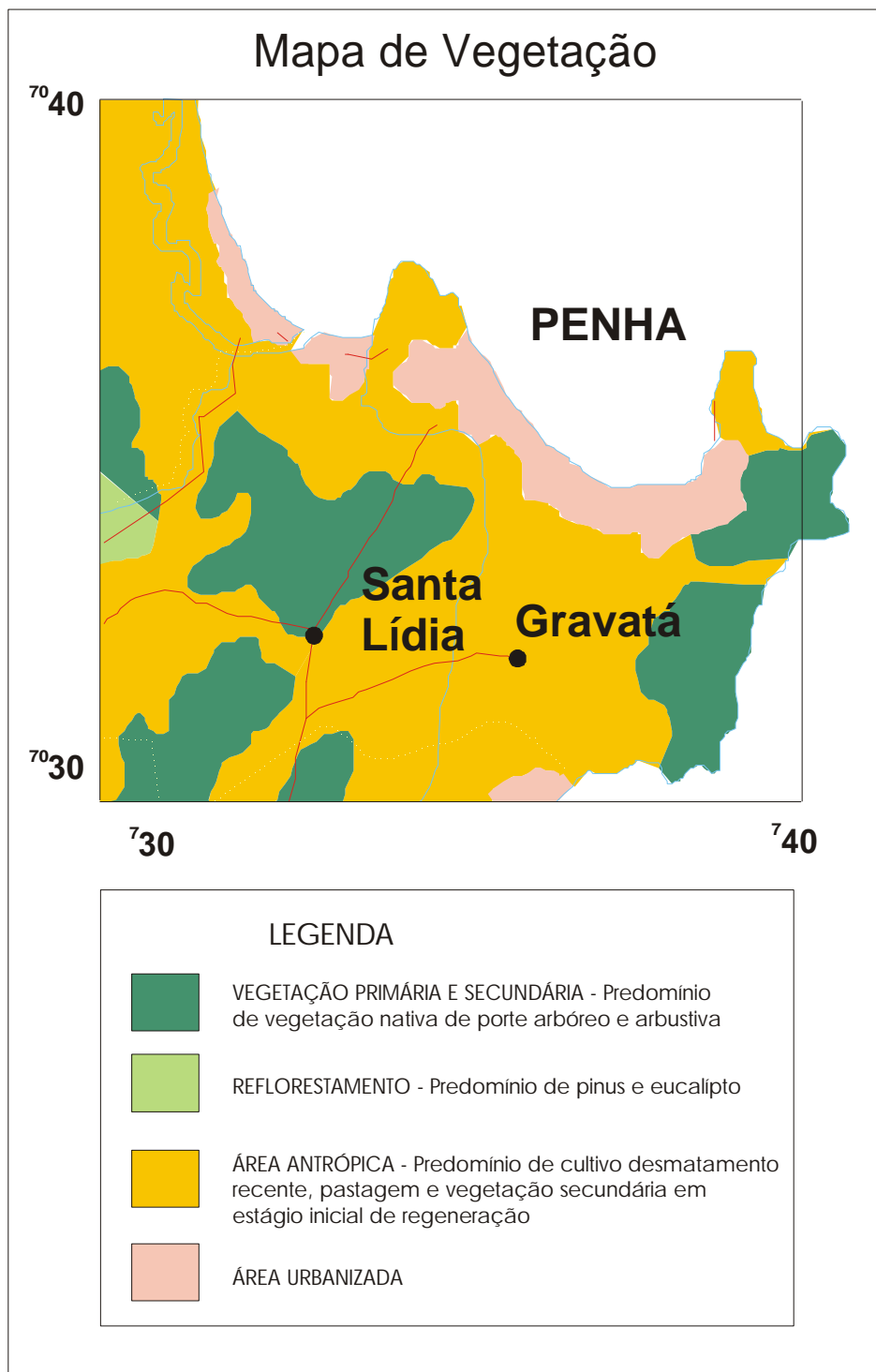


Figura 06. Mapa de vegetação da área de estudo. Modificado do mapa temático de cobertura vegetal na escala 1:250.000 do CD “Cobertura Vegetal de Santa Catarina” (CIASC – FATMA).

4.3.4. SOLOS

No litoral de Penha, ocorrem solos *Podzolicos* (solos profundos e arenosos, com acumulação de matéria orgânica, não devendo ser usados para agricultura). O litoral de Piçarras é formado por solos *Cambissolo Bruno Húmico*, *Cambissolo Bruno*, *Cambissolo* e *Cambissolo Húmico* (solos de menor profundidade e em desenvolvimento, utilizados para o plantio de milho, feijão e outros, bem como para pastagem e reflorestamento). No restante da área de estudo, aparecem os solos *Podzolicos Vermelhos-Amarelo* (solos profundos e bem drenados, em camadas diferenciadas, utilizados para pastagem e cultura de subsistência).

4.3.5. HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica da área de estudo foi caracterizada de acordo com o Atlas “Bacias Hidrográficas de Santa Catarina, Diagnóstico Geral” (SDA - SRH/MMA, 1997), sendo constituída por dois sistemas de drenagem: Sistema Integrado da Vertente do Interior, comandado pela Bacia Paraná-Uruguai, e o sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de bacias isoladas.

O grande divisor de águas dos dois sistemas é representado pela Serra Geral e, mais ao norte, pela Serra do Mar. A área de estudo compreende a vertente atlântica, ou seja, as águas desaguam diretamente no Oceano Atlântico.

Os rios da vertente atlântica, que drenam os terrenos cristalinos, e mesmo os que drenam os terrenos sedimentares paleozóicos, apresentam um perfil longitudinal bastante acidentado no curso superior, onde a topografia é muito movimentada. No curso inferior, onde cortam planícies aluviais, os perfis longitudinais assinalam baixas declividades, caracterizando-se, neste curso, como rios de planícies.

Quanto aos regimes fluviais, os rios de Santa Catarina são comandados, via de regra, pelo regime pluviométrico, o qual se caracteriza pelas chuvas distribuídas o ano inteiro, garantindo assim o abastecimento normal dos mananciais durante o ano. O comportamento da grande maioria dos rios, em conformidade com a distribuição das chuvas é representado por dois máximos (ocorrendo respectivamente na primavera e no final do verão) e dois mínimos (registrados no início do verão e no outono com prolongamento no inverno), revela características de regime subtropical.

O Estado de Santa Catarina está dividido em dez regiões hidrográficas (figura 7). As bacias de uma mesma região hidrográfica apresentam um grau de homogeneidade física bastante elevado, particularmente no que diz respeito a geomorfologia, geologia, hidrologia regional, tipo de relevo e solo, aptidão agrícola e uso atual dos solos. É também elevado o grau de homogeneidade sócio-econômica das bacias que integram uma mesma região, notadamente no que diz respeito a densidade demográfica, populacional rural/urbana, crescimento populacional, tamanho da propriedade, tipo de exploração rural e tipo de atividade industrial, entre outros aspectos. A área de estudo está situada na Região Hidrográfica do Vale do Itajaí, que fica ao sul da Região Hidrográfica Baixada Norte.

A região hidrográfica do Vale do Itajaí é composta apenas pela Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. Esta bacia, situada na região leste catarinense, ocupa parte do planalto e do litoral do Estado. Com uma área de drenagem de 15.000 km², uma densidade de drenagem de 1,61 km/km² e uma vazão média de longo período de 205 m³/s, esta bacia é a maior em área e uma das mais expressivas do estado, tanto nos aspectos de hidrografia quanto nos sócio-econômicos.

Integram a bacia do rio Itajaí 7 sub-bacias, ou seja: sub-bacia Itajaí do Norte, Benedito, Luís Alves, Itajaí-Açú, Itajaí-Mirim, Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste. Sendo que a Itajaí-Açú é a mais expressiva pela sua extensão e importância sócio-econômica.

O grande número de cursos fluviais que formam a bacia do Itajaí, alimentados pelas abundantes precipitações durante todo o ano, freqüentemente tem produzido inundações com prejuízos particularmente nos centros urbanos da região. O controle da cheia do Vale do Itajaí, inicialmente de responsabilidade do extinto DNOS, está a cargo do governo federal em trabalho conjunto com o Estado e a FURB. Com este objetivo, a JICA (convênio entre o governo brasileiro e japonês) efetuou estudos na bacia no período de 1986-1990. Suas recomendações constam do rol de obras e serviços programados para a região hidrográfica.

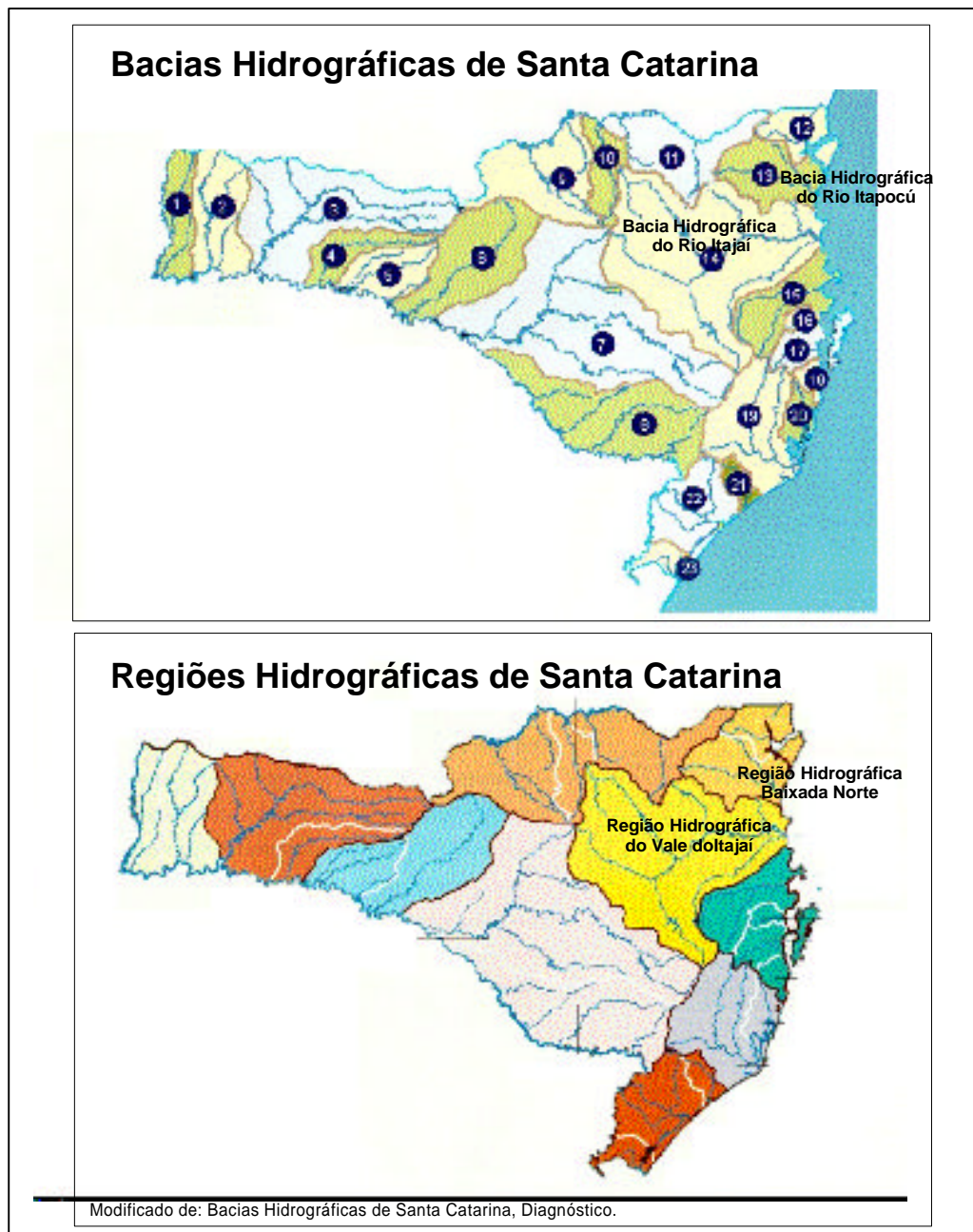


Figura 07. Bacias e Regiões Hidrográficas de Santa Catarina, enfocando a Bacia e Hidrográfica do Rio Itajaí e Região Hidrográfica do Vale do Itajaí, onde se localiza a área de estudo. (fonte: “Bacias Hidrográficas de Santa Catarina, Diagnóstico Geral”, SDA – SRH/MMA, 1997).

5. METODOLOGIA

O projeto foi realizado em várias etapas, que constaram de pesquisa bibliográfica, fotointerpretação, levantamento de campo, geoprocessamento, edição gráfica do mapa e das figuras e relatório final.

5.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A partir de um levantamento bibliográfico, analisou-se diversos trabalhos de mapeamento pretéritos e mais atualizados, possibilitando um maior entendimento dos ambientes costeiros e das unidades geológicas da planície costeira catarinense, presentes na área de estudo.

5.2. FOTOINTERPRETAÇÃO

Com o objetivo de classificar e cartografar os depósitos sedimentares da área de estudo, foi feita a interpretação das fotos aéreas da região de Penha e Piçarras, do levantamento aéreo de 1957, na escala 1:25.000. As fotointerpretações foram feitas utilizando-se um estereoscópio.

Para que toda área de estudo fosse dividida em classes geológicas, foram escolhidas as fotos que apresentam o maior número de informações sobre a planície costeira da área de estudo. Sobre estas fotos foram coladas “overlays”, onde foram circundadas todas as feições geológicas observadas (classes geológicas). Como as fotos apresentam distorções nas bordas, só foram aproveitadas as feições da parte central, sendo que as bordas foram interpretadas em outras fotos, já que a maioria delas se sobrepõe.

Desta maneira, diversos setores da área de estudo foram interpretados e cartografados preliminarmente, enquadrando as feições observadas em diferentes classes (figura 8 e 9), ou unidades geológicas, que se encontram descritos no item 7.2.

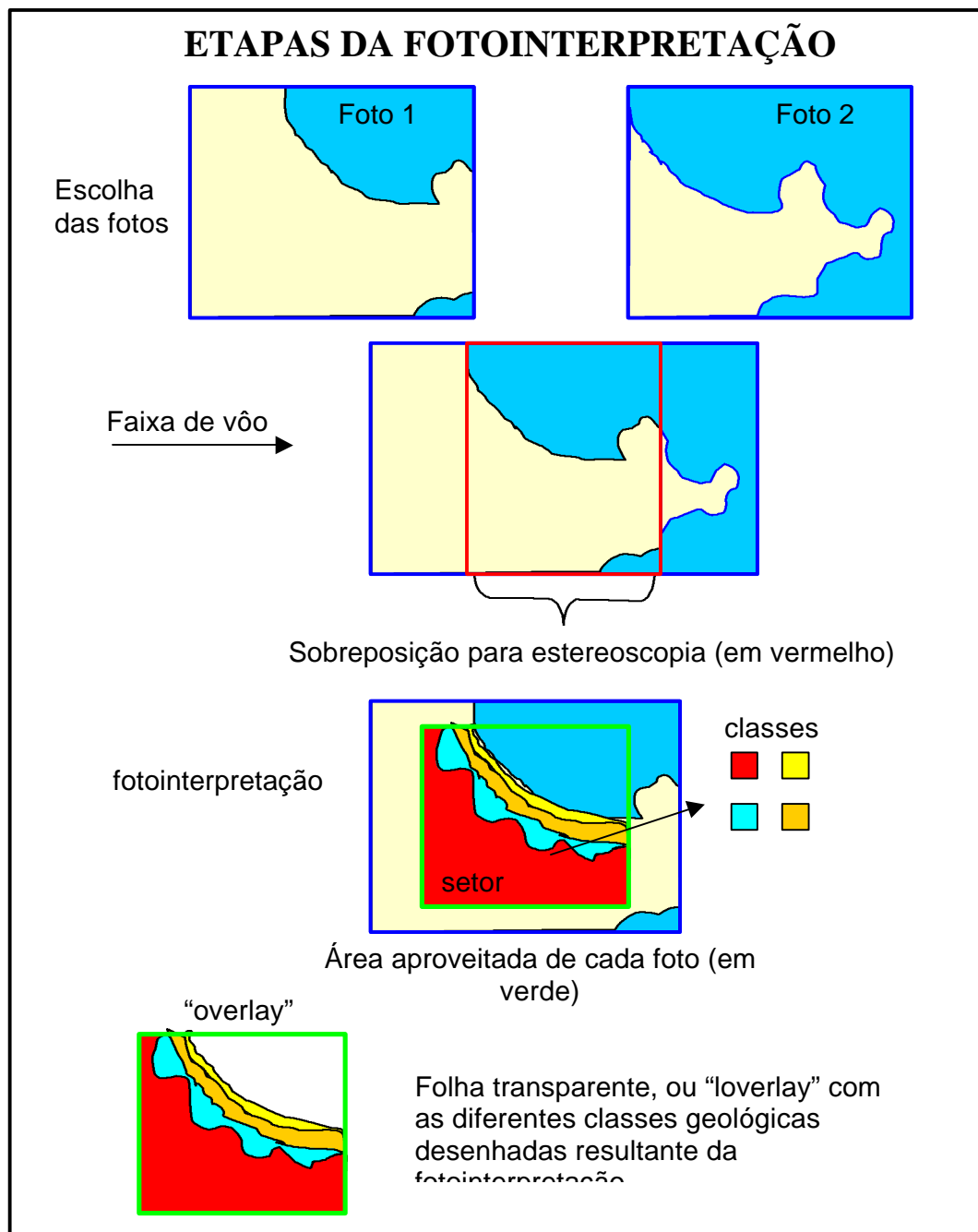


Figura 08. Esquema mostrando a sobreposição das fotos na estereoscopia e o resultado da interpretação de uma foto aérea. O quadro verde representa uma folha transparente, ou "overlay" com as diferentes classes geológicas desenhadas resultante da fotointerpretação.



Figura 09. Foto aérea da região de Piçarras com as classificações das unidades geológicas obtidas por fotointerpretação, através de estereoscopia.

5.3. LEVANTAMENTO DE CAMPO

De posse das folhas transparentes com o desenho das classes geológicas, ou seja, de posse das “overlays” foi-se a campo para a averiguação da fotointerpretação. Para a localização em campo, levou-se as fotos aéreas e um mapa com informações de ruas, localidades e outros pontos de referência (Folhas

do IBGE). Os trabalhos em campo consistiram em visualizar, fotografar e coletar amostras.

Os afloramentos sedimentares foram visualizados a princípio de longe, levando-se em consideração suas morfologias e estruturas sedimentares de grande porte, quando presentes. Posteriormente, mais próximo, tentou-se observar a ocorrência de estruturas sedimentares de menor porte e/ou estruturas biogênicas. Também, observou-se a coloração e o grau de maturidade dos sedimentos. Desta maneira, através deste cheque de campo, foram confirmadas ou corrigidas as fotointerpretações.

Em campo os depósitos sedimentares foram fotografados descritos e amostrados, possibilitando um bom conhecimento dos depósitos sedimentares da área de estudo.

Como utilizou-se fotos aéreas e técnicas de geoprocessamento, foi possível um ótimo reconhecimento da área de estudo em laboratório, otimizado os trabalhos de campo. Entretanto, os trabalhos de campo foram extremamente importantes, já que consistiram na confirmação das hipótese elaboradas pela fotointerpretação e resultaram nas observações feitas na descrição dos depósitos sedimentares.

A interpretação das fotos teve como premissa, o conhecimentos dos ambientes deposicionais, assim como dos processos de oscilação do nível relativo do mar, que ocorreram no cenozóico construindo a planície costeira catarinense, que é em grande parte, formada por deposição marinha. Então, estes depósitos repetem-se muitas vezes, ou em grandes extensões, tornando a caracterização de campo mais fácil.

5.4. GEOPROCESSAMENTO

Como as fotos aéreas possuem distorções nas bordas e problemas de escala, procurou-se corrigir estes problemas durante a passagem das overlays para a base cartográfica. Isto resultou num mosaico com todas as interpretações das fotos da área de estudo, que serviu de base para o início do trabalho de cartografia digital (figura 10).

Este mosaico foi feito sobre uma base cartográfica, um mapa que já está georreferenciado e corrigido de distorções cartográficas. A base cartográfica utilizada foi a Folha Itajaí, do IBGE, na escala 1:50.000.

As “layers” geradas na fotointerpretação foram unidas respeitando os contornos da base cartográfica. Para isto, foi necessário que a base cartográfica fosse impressa numa folha transparente.

Copiou-se a lápis, todas as linhas traçadas nas pequenas “layers” para a esta folha transparente, que foi fixada na mesa digitalizadora para ser transformada em um arquivo digital, este processo recebe o nome de digitalização.

O software utilizado para a digitalização foi o Spring 3.4, um sistema de informações geográficas (SIG), que serve para processamento de informações georreferenciadas. A utilização deste programa como ferramenta para análise ambiental tem sido de grande importância para as áreas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, desta maneira, o próximo capítulo discorre sobre a sua utilização em relação a outros SIGs.

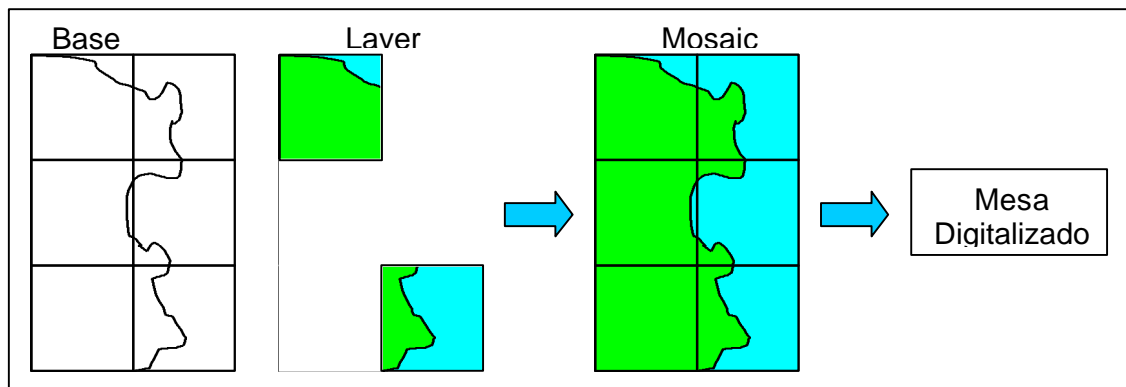


Figura 10. Ilustração mostrando como confeccionar o mosaico de “layers” sobre uma base cartográfica, para posterior digitalização.

5.5. EDIÇÃO GRÁFICA

O arquivo do mapa foi exportado para o software CorelDRAW 9, onde recebeu seus atributos de edição gráfica. Nesta fase, formulou-se também as legendas, a coluna estratigráfica, as observações escritas, o título e a toponímia (nomes de praias, rios, cidades, municípios, igrejas, localidades, etc.).

6. GEOPROCESSAMENTO

As informações descritas neste capítulo são referentes ao recurso de ajuda do programa Spring 3.4 e pesquisas na internet nos sites www.autocad.com, www.idrisi.com, www.usgsmap.com.

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas são mais comumente tratados como Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Um sistema de geoprocessamento pode ser tratado como SIG, destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georeferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc; devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise.

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome *Sistemas de Informação Geográfica* (ou *Geographic Information System* - GIS) é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georeferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies.

Atualmente três gerações de sistemas de informações geográficas são consideradas. A primeira geração (“CAD cartográfico”) caracteriza-se por sistemas herdeiros da tradição de cartografia, com suporte de bancos de dados limitado e cujo paradigma típico de trabalho é o mapa (chamado de “cobertura” ou de “plano de informação”). Desenvolvidos a partir do início da década de 80 para ambientes da classe VAX e, a partir de 1985, para sistemas PC/DOS, esta classe de sistemas é utilizada principalmente em projetos isolados, sem a preocupação de gerar arquivos digitais de dados. Esta geração também pode ser caracterizada como sistemas orientados a projeto (“project-oriented GIS”).

A segunda geração de SIGs (“banco de dados geográfico”) chegou ao mercado no início da década de 90 e caracteriza-se por ser concebida para uso em

ambientes cliente-servidor, acoplado a gerenciadores de bancos de dados relacionais e com pacotes adicionais para processamento de imagens. Desenvolvida em ambientes multiplataforma (UNIX, OS/2, Windows) com interfaces baseadas em janelas, esta geração também pode ser vista como sistemas para suporte à instituições (“enterprise-oriented GIS”).

Uma terceira geração de SIGs (“bibliotecas geográficas digitais” ou “centros de dados geográficos”) são caracterizados pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via WWW (World Wide Web). Para esta terceira geração, o crescimento dos bancos de dados espaciais e a necessidade de seu compartilhamento com outras instituições requerem bancos de dados distribuídos e federativos. Estes sistemas deverão seguir os requisitos de interoperabilidade, de maneira a permitir o acesso de informações espaciais por SIGs distintos.

A terceira geração de SIG pode ainda ser vista como o desenvolvimento de sistemas orientados para troca de informações entre uma instituição e os demais componentes da sociedade (“society-oriented GIS”) (figura 11).

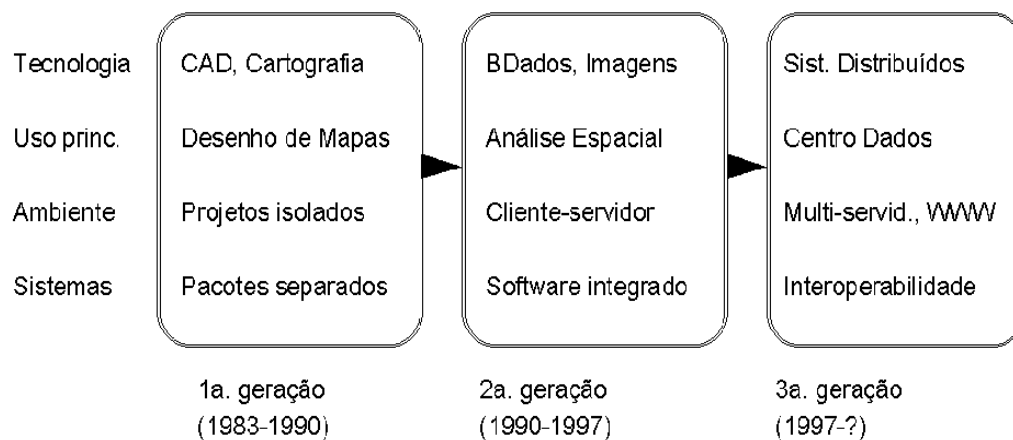


Figura 11. Evolução da tecnologia de Geoprocessamento. Fonte: recurso de ajuda do Spring.

O SPRING foi concebido com todas as ferramentas de um sistema de informações geográficas dentro de uma estrutura de banco de dados relacionais,

podendo ser tratado como um **Banco de Dados Geográficos**. Como um sistema de geoprocessamento o Spring não é simplesmente um sistema computacional projetado para fazer mapas, embora ele possa criar mapas em diferentes escalas, em diferentes projeções e com diferentes cores, ele é, principalmente, uma ferramenta de análise que auxilia na tomada de decisões.

O objetivo do Spring é ser um SIG que satisfaça a todos às necessidades de um sistema de segunda geração, isto é, um “Bancos de Dados Geográficos”, pois acredita-se que a existência de um banco de dados geográfico completo é fundamental para que se possa construir bibliotecas geográficas digitais eficientes.

Em Santa Catarina a contribuição da geologia não é muito grande para esta crescente necessidade de se montar bibliotecas geográficas digitais, ou SIGs de terceira geração, sendo que a maioria dos dados disponíveis se restringem à cartas editadas manualmente em gráficas (figura 12), com o antigo sistema de fotolitos e também, aos projetos e programas de cartografia geológica digital (figuras 13, 14). Pode-se concluir que a maioria dos dados geológicos existentes em Santa Catarina, faz parte da tecnologia de SIGs de primeira geração, não possuindo uma estrutura de banco de dados relacionais.

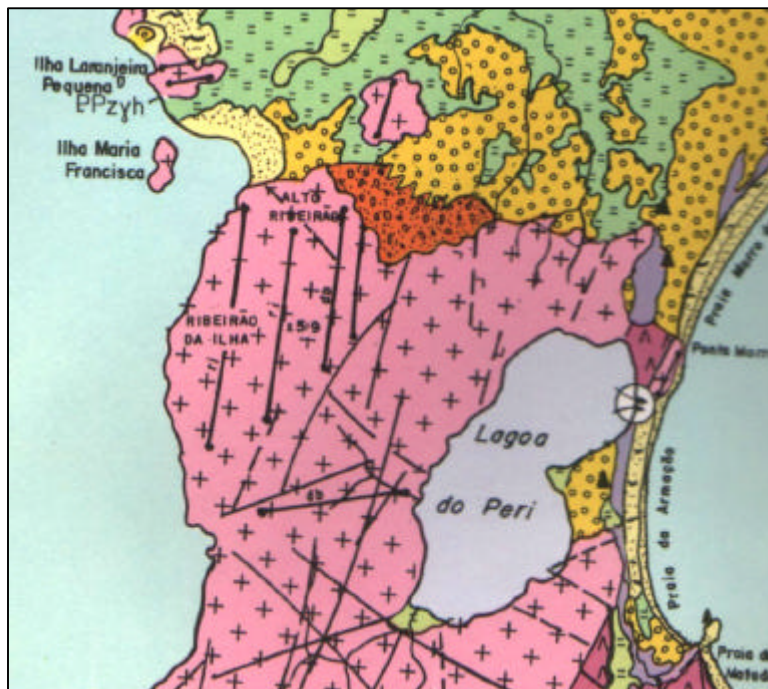


Figura 12. A antiga metodologia de cartografia geológica resultava em ótimas apresentações gráficas, mas deixava muito a desejar em sua acurácia cartográfica, pois não havia uma grande preocupação da gráfica em relação ao mapa. (Fonte: Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, (Caruso Jr., 1993).

Os SIGs de primeira geração têm um papel muito importante, que é gerar informações digitais para serem trabalhadas e analisadas por um SIG de segunda geração, tentando então, alcançar um objetivo maior, que é um sistema para troca de informações, ou um SIG de terceira geração. Neste contexto, pode-se observar os esforços para se ter um mapeamento geológico detalhado e coerente de todo Estado, cumprindo então, com a primeira etapa de evolução no andamento das pesquisas de geoprocessamento (utilização de SIGs de primeira geração). Isto pode ser constatado pelo grande número de trabalhos de mapeamento geológico realizados nos últimos anos em Santa Catarina.

Dentre os programas mais utilizados para a cartografia geológica em Santa Catarina, podemos citar o AutoCAD em primeiro lugar, seguido não necessariamente nesta ordem, dos programas IDRISI e Spring. Mas vários outros programas podem ser usados para a construção de um mapa geológico, como o

ARC/View, ARC/INFO, MicroStation, GSMCAD e muitos outros. Muitas são as qualidades e características destes “softwares”, sendo que os mapas resultantes são característicos da saída gráfica de cada um.

O programa Idrisi provê uma gama de capacidades analíticas, baseadas em uma década ou mais de desenvolvimento. Este programa é muito usado para modelagem espacial, no trabalho com imagens. Mas este trabalha com informações “raster” (imagens e matrizes), estando longe de atender as premissas para um mapa temático vetorial.

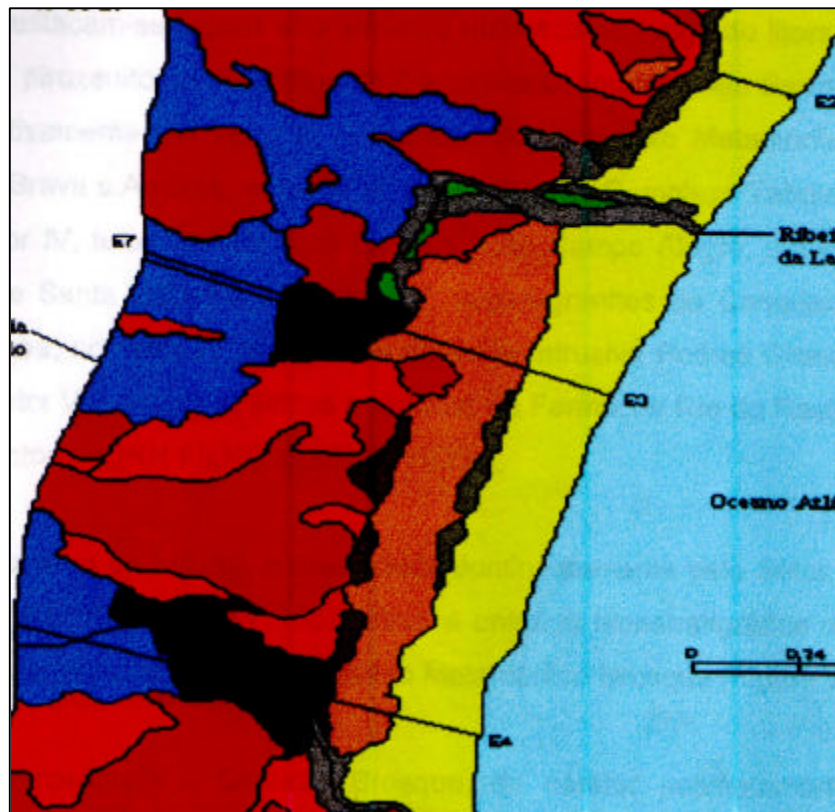


Figura 13. Saída gráfica do programa Idrisi. Facilmente pode-se visualizar que os contornos das diferentes classes do mapa parecem estar serrilhados. Isto é devido ao programa só trabalhar com informações “raster”. Fonte: Geologia da Planície Costeira do Sistema Praial Brava-Amores, SC, projeto de graduação (Amin A.H., 1999).

O AutoCAD é o programa para design mais popular do mundo, serve para desenhar qualquer tipo de projeto seja ele 2D ou 3D. Diversos profissionais das

áreas de arquitetura engenharia, desenho técnico e desenho artístico utilizam este programa para criar, visualizar, construir, plotar e exportar informações ricas em desenho. O programa pode automatizar as tarefas de desenho, provendo ferramentas digitais que facilitam o trabalho. Pode ser usado para análise de modelos e para expressar sistemas físicos em um computador, de maneira relativamente fácil (ex.: sistemas elétricos).

O requerimento computacional mínimo para o AutoCAD 2.000 é um Pentium 233 MHz, com 64 MB RAM (1024x768) e um drive CD-ROM. Este programa oferece muitas vantagens competitivas para o serviço de design, incluindo as áreas de mapeamento e SIG, mas não é específico para esta área. O resultado gráfico final alcançado pelo AutoCAD é muito mais detalhado que a saída gráfica do Scarta, por exemplo, que faz parte do Spring.

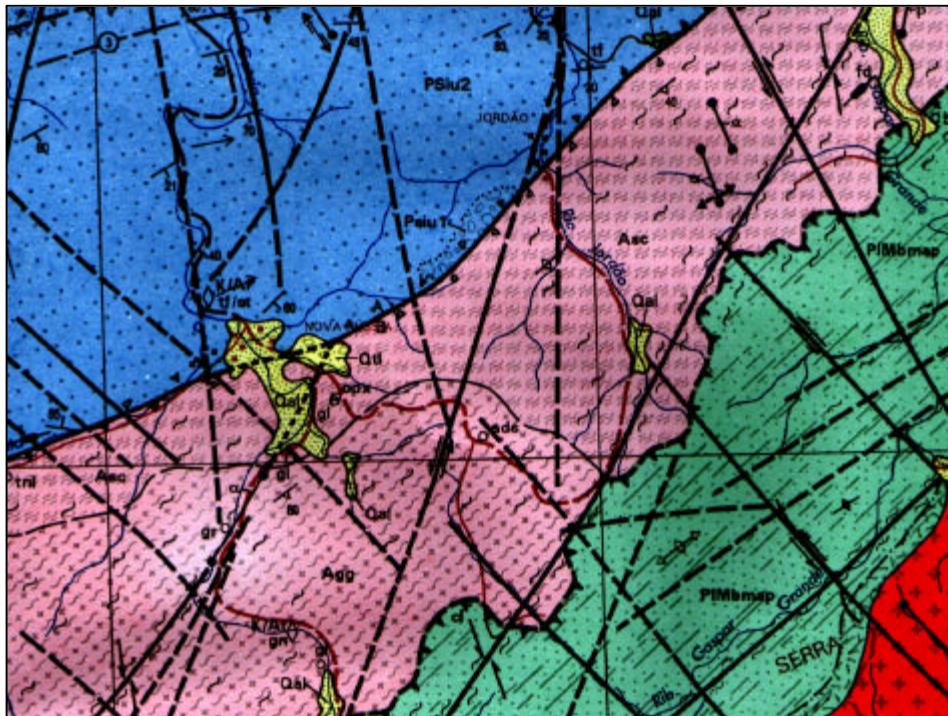


Figura 14. Dentre os mapas geológicos estudados, os que foram feitos em “programas CAD” certamente possuem a melhor e mais detalhada saída gráfica. Fonte: Folha Botuverá, Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, (Caldasso *et al*, 1994).

Muitos são os “programas tipo CAD”, na área de mapeamento geológico. Uma versão muito interessante é o GSMCAD, desenvolvido especificamente para fazer mapas geológicos, o programa requer apenas um computador 386 DX+, Windows 3.1 até Windows 95, com 2 MB de espaço em disco e 4 MB RAM.

Este programa norte americano combina dados de diferentes mapas com diferentes projeções e escalas, faz correções de ajuste de mapas escanizados, possui estrutura de símbolos padrões, apresenta funções específicas para explanações incluindo uma caixa padrão com as unidades geológicas e escala de tempo definidos, mostra textos e fotos com “links” para pontos de observação no mapa, possui símbolos geológicos padrões, imprime utilizando o windows, importa dados de GPS, importa e exporta dados ESRI ARC/INFO, MapInfo, Idrisi, e outros aplicativos SIGs e também possui interface amigável para o usuário.

O GSMCAD possui um grande “background”, mais especificamente dez anos de utilização, o que pode ter sido muito importante para atender as necessidades de seus usuários, além disto, o programa é gratuito assim como o Spring. Pode-se entender que o GSMCAD foi uma antiga iniciativa para compilar os dados geológicos dos EUA, incentivando a geração de dados por um SIG de primeira geração, desta maneira obtendo bons frutos, como a compilação e confecção de diversos mapas, como o Mapa Geológico da América do Norte e o Mapa Geológico do Brasil.

Fazendo-se uma comparação com o Brasil, conclui-se que esta iniciativa pode ser comparada com o projeto Spring, mas a vantagem do Spring não está na geração de mapas com alta qualidade gráfica como um “CAD”, mas sim na utilização de suas ferramentas para análise ambiental e na sua estrutura de banco de dados de um SIG de segunda geração.

Apesar deste projeto apresentar apenas um mapa geológico, como resultado da parte de geoprocessamento, os trabalhos utilizando SIGs de segunda geração, no caso o Spring, podem conduzir à projetos mais interdisciplinares. Isto possibilita que oceanógrafos, geólogos, arquitetos, geógrafos, biólogos e muitos outros, trabalhem juntos, analisando diferentes pontos de vista da área de estudo, podendo resultar em trabalhos muito mais detalhados e que poderão ser utilizados por um número muito maior de pessoas.

Para se conseguir a união das informações geológicas do Estado de Santa Catarina, é necessário que se utilize um programa que compile dados de outros programas e muitas vezes em diferentes projeções cartográficas. O Spring tem se mostrado eficiente para importar dados geográficos de diferentes softwares, dentre eles AutoCAD e ARC/INFO. Além disso, também é possível mudar a projeção geográfica dos dados trabalhados, como por exemplo, a transformação da projeção de mercator (ex.: córrego alegre) para a universal transversa de mercator (UTM - plana).

Sendo assim, os diversos recursos presentes no Spring 3.4, juntamente com o acesso gratuito ao programa e às suas atualizações, com um suporte tecnológico inteiramente em português e retirada de dúvidas on-line, fazem deste programa um forte candidato ao desenvolvimento, não só de um grande banco de dados geológico do Estado, como de diversos bancos de dados geográficos com informações ambientais de todo o território brasileiro, como mapas de geologia (figura 15), vegetação, uso do solo, zoneamento, restrições de uso, etc..

7. GEOLOGIA

7.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

A caracterização geológica foi feita de acordo com a metodologia descrita no “Mapa Geológico da Folha Itajaí” (*Caruso Jr. e Araújo, 1999*).

7.1.1. ASPECTOS REGIONAIS E LOCAIS

A área tem como domínios geológicos principais, diversas unidades associadas ao Escudo Catarinense e à Planície Costeira Catarinense. As unidades que fazem parte do escudo são compostas por rochas metamórficas, ígneas e sedimentares, e a planície costeira é constituída por uma série de depósitos sedimentares pertencentes basicamente a dois tipos de sistemas deposicionais: o Sistema Depositional Continental de Leques Aluviais e o Sistema Depositional Costeiro Dominado por Ondas.

O Escudo Catarinense engloba unidades petrotectônicas que mostram terem sido retrabalhadas policíclicamente, e dependendo do enfoque temporal dado por cada um dos diferentes autores, uma mesma unidade pode ter sido considerada como uma área cratogênica ou como um cinturão móvel (*Caldasso et al., 1995, in: Caruso Jr. e Araújo, 1999*).

7.1.2. ASPECTOS TECTÔNICOS

Na área de estudo, situam-se importantes sistemas de falhamentos transcorrentes, que seccionam as rochas proterozóicas do Escudo Catarinense, sendo as mais importantes os chamados lineamentos Perimbó e Major Gercino. Entre estes, desenvolve-se outro sistema de falhas, associados aos primeiros, denominado de Itajaí-Mirim.

Esses falhamentos principais apresentam intensa faixa milonítica, comumente cataclásada por reativações posteriores, indicando uma história evolutiva complexa. Os dados disponíveis sugerem que são falhamentos profundos e antigos, tendo participado na estruturação do Complexo Brusque e das rochas de seu presumível embasamento (complexos Granulítico e Granito-Gnáissico).

O Lineamento Perimbó, o principal sistema de falha transcorrente da região, possui direção N50°-60°E, estendendo-se por uma distância superior a 50km. Sua

zona de falha possui largura variável desde 200m até mais de 3km. Caracteriza-se por apresentar intensa milonitização, cataclase e brechação. As superfícies de cavalgamentos associados mergulham para SE e são caracterizados por forte lenticularização dos corpos rochosos (figura 16).

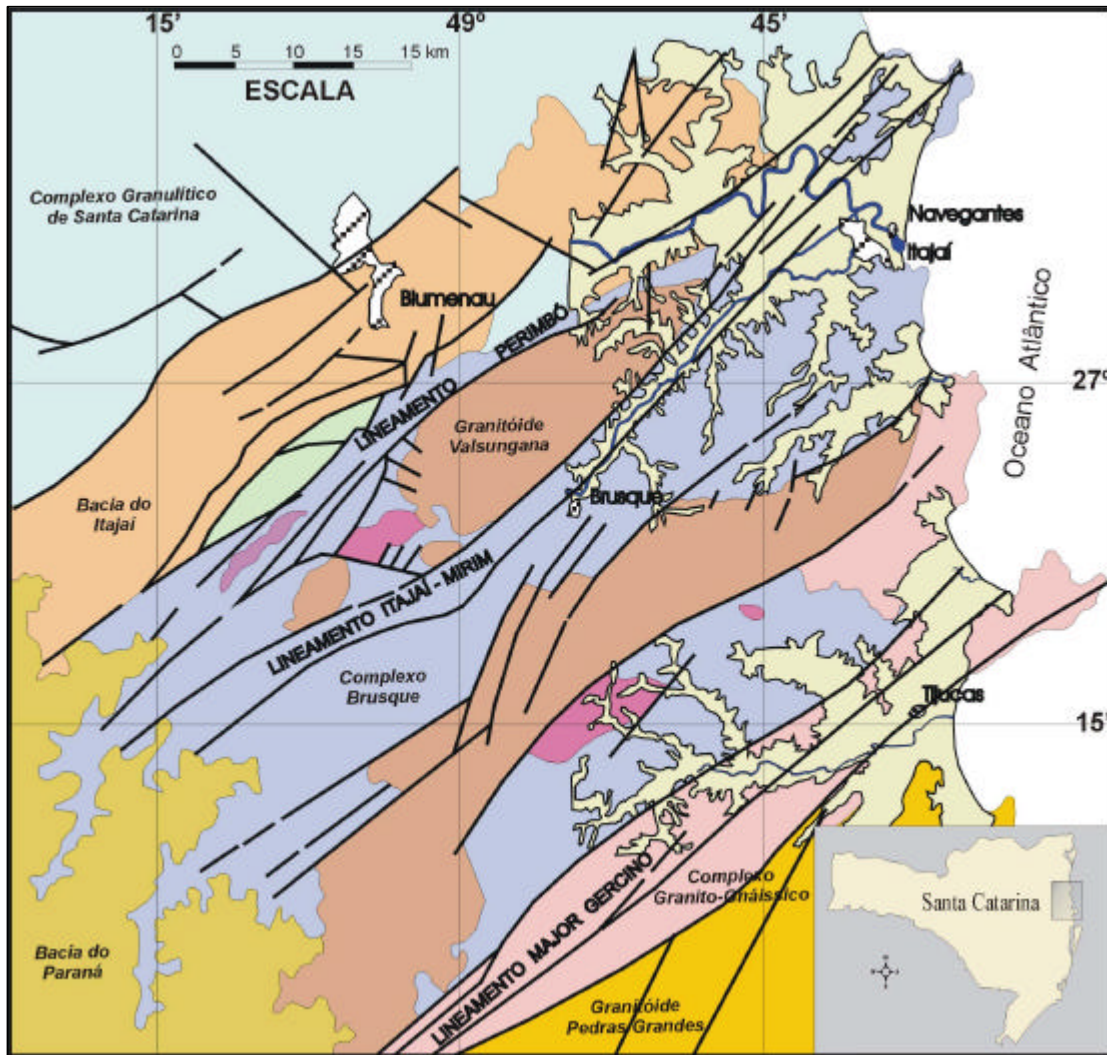


Figura 16. Esboço tectônico da região nordeste de Santa Catarina (Caldasso *et al.*, 1995, *in*: Caruso 1999).

7.2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS

As unidades geológicas aqui descritas podem ser visualizadas no Mapa Geológico que acompanha este texto.

7.2.1. EMBASAMENTO CRISTALINO

7.2.1.1. ■ Complexo Granulítico de Santa Catarina

Sob a denominação de Complexo Granulítico de Santa Catarina (*Hartmann et al.*, 1979), inclui-se os gnaisses e outras litologias metamorfizadas na fácies granulito, retromorfizadas ou não, nas fácies anfibolito e xisto-verde. As litologias mais comuns são gnaisses quartzo-feldspáticos, gnaisses calcossilicáticos, kinzigitos, anortozitos, quartzos, formações ferríferas. Apresentam estruturas gnáissicas foliadas, bandadas, migmatíticas raramente isotrópicas, em geral miloníticas com forte transposição (figura 17).



Figura 17. Foto de um afloramento rochoso característico do Complexo Granulítico Santa Catarina, localizado na extremidade norte da Praia Grande, próximo a Ponta da Vigia.

Estratigraficamente, as rochas desse complexo constituem o embasamento ou antepaís das unidades mais jovens adjacentes, Complexo Brusque, com o qual faz contato geralmente tectônico. Seus contatos com os metamorfitos do Complexo Brusque fazem-se mediante extensa e larga faixa milonítica do denominado Lineamento Perimbó.

O Complexo Granulítico Santa Catarina ocupa a maior área do embasamento cristalino da área de estudo, localizando-se nas porções norte e centro da área mapeada, estando caracterizado por uma alta dessecação por processos de intemperismo e erosão.

7.2.2. SISTEMAS DEPOSICIONAIS

A descrição dos sistemas deposicionais a seguir, foi utilizada tendo como referência o Mapa Geológico da Folha Camboriú (*Caruso Jr. et al., 2000*).

7.2.2.1. Sistema Continental de Leques Aluviais

O Sistema de Leques Aluviais ocorreu provavelmente no Terciário (Plioceno) com maior intensidade, e os processos responsáveis por sua gênese perduraram por todo o Quaternário até os dias atuais. Ao longo do tempo, a intensidade dos processos de deposição variou muito, controlada em grande parte pelas variações climáticas. Estas variações, influenciaram diretamente, além de muitos fatores, no nível relativo do mar, tendo por consequência os depósitos sedimentares da planície costeira atual (*Caruso, 1997b*).

Associado ao Sistema de Leques Aluviais, puderam ser identificados dois ambientes deposicionais na área de estudo, que encontram-se dispostos, em termos de proveniência, mais próximos, ou mais afastados da área-fonte.

Depósitos de Encostas

São depósitos situados nas encostas e no sopé de regiões de relevo mais acentuado, formados pela deposição de sedimentos gerados pelo intemperismo das rochas ali presentes.

Os Depósitos de Encostas envolvem cascalhos, areias e lamas resultantes da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material de

alteração das vertentes. O acúmulo de material detrítico forma rampas de colúvio (predomínio de material fino) e depósitos de tálus (predomínio de material grosseiro) junto à base e à meiaencosta dos morros. São materiais que sofreram transporte por gravidade, por movimentos de massa do tipo rastejo (lento), ou escorregamentos (rápidos).

Estes depósitos acompanham os vales formados pelo embasamento cristalino e estão dispostos em quase todas as encostas e sopés dos morros da região, recebendo uma grande influência fluvial nas suas porções intermediárias e distais.

Sua morfologia pode ser atribuída em parte à existência de vários pontos de afluxo sedimentar que favorecem a coalescência dos leques, assim como também a efeitos de retrabalhamento e posterior erosão. Encontram-se constituídos por material de espessura, extensão e granulometria variada, que envolve desde argila até blocos de rocha e matações provenientes do embasamento.



Depósitos de Planícies Colúvio-Aluvionares

O setor intermediário a distal dos leques aluviais enquadraram-se como Depósitos Aluvionares e de Retrabalhamento Fluvial, constituído por sedimentos arenosos e lamosos, eventualmente com cascalheiras, depositados em regiões de baixa declividade (planície flúvio-marinha) e ao longo das drenagens, associados à deposição do sistema fluvial. Apresentam-se geralmente bem estratificados, refletindo deposição a partir de fluxos torrenciais canalizados e não canalizados. Formam depósitos de grande extensão e espessura, com expressiva presença de matéria orgânica. Alguns desses depósitos encontram-se eventualmente saturados pelas inundações fluviais, correspondentes aos períodos de cheia das drenagens. Na área de estudo estes depósitos se restringem a porção sudoeste, sendo pouco expressivos, mas ao mesmo tempo são bastante característicos, apresentando-se eventualmente saturados de água por inundações, o que forçou a implantação de canais de drenagem.

7.2.2.2. Sistema Depositional Costeiro Dominado por Ondas

Em Santa Catarina a ação das marés é secundária, ou seja, é uma costa de micro-marés, então, os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos

são promovidos pela ação das ondas, ventos e correntes litorâneas (induzidas pelas ondas), moldando a paisagem costeira. Toda a energia transportada pela ondulação oceânica é dissipada numa zona relativamente estreita, que compreende desde a zona de arrebatção até a zona de espraiamento. Como resultado, grandes volumes de areia são deslocados por esse trabalho das ondas, promovendo erosão da praia ou deposição, o que implica em geral, em variações do perfil praiial.

Os depósitos praiiais podem se desenvolver como elementos componentes de sistemas deposicionais mais complexos, como sistemas deltaicos ou sistemas laguna-barreira, ou então, como ambientes independentes, ligados diretamente ao continente. De uma maneira em geral, instalaram-se sobre os depósitos continentais, retrabalhando-os no decorrer dos ciclos de transgressão e regressão marinhos, resultantes das oscilações do nível do mar que caracterizaram o Quaternário. Na área de estudo, os depósitos praias são de idade pleistocênica ou holocênica.



Depósitos Praiais Marinho/Eólicos Pleistocênicos

São constituídos por areias marinhas quartzosas, com boa maturidade textural e mineralógica, de coloração amarelo-acastanhado até avermelhado e granulometria variando de fina a média (figuras 18 e 19). Encontram-se parcialmente recobertos por um pacote de areias eólicas, de aspecto maciço, coloração semelhante e granulometria fina, apresentando-se geralmente fixados por vegetação arbustiva. Sua coloração avermelhada é proveniente de processos pedogenéticos, através do enriquecimento por matriz secundária (argilas e óxidos de ferro).

Os resultados alcançados indicam a presença de uma expressiva barreira pleistocênica que se estende desde a foz do rio Piçarras em direção norte prolongando-se até deixar a área de estudo, alcançando o limite com o município de Barra Velha, fora da área de estudo. Ocorrem também no município de Penha (figura) com grande extensão, sendo que nesta região, suas feições morfológicas sugerem que estejam associados ao sistema do tipo laguna-barreira descrito em Santa Catarina por *Caruso Jr.* (1993, 1995 e 1997). Esta barreira é composta por uma fácies praiial marinha com recobrimento eólico.



Figura 18. Na Praia Grande, no município de Penha, o desenvolvimento urbano deu-se preferencialmente sobre os depósitos Pleistocênicos.



Figura 19. Em Itajubá, em Piçarras, as casas estão construídas sobre depósitos sedimentares pleistocênicos, que apresentam uma escarpa em seu plano leste.

Depósitos Paleolagunares Pleistocênicos

Os depósitos paleolagunares são bastante expressivos na área de estudo, estando o maior representante localizado a oeste da barreira marinha praial pleistocênica da região de Penha, onde se encontra o Parque de Diversões Beto Carreiro World. Esta paleolaguna encontra-se na região de retro-barreira dos depósitos praias pleistocênicos, nas proximidades do Rio Irirí, cuja desembocadura provavelmente foi o canal de ligação do mar com a paleolaguna (figura 20).

Estes depósitos são constituídos por turfas e/ou depósitos lamosos ricos em matéria orgânica. Geneticamente podem estar relacionados a um antigo corpo d'água costeiro, integrante de um sistema do tipo laguna-barreira, que passou por uma fase de ressecamento, associada à fase regressiva marinha do Pleistoceno Superior, tendo seu corpo aquoso restabelecido no auge da transgressão marinha do Holoceno.

Uma outra hipótese para a formação desses depósitos, diz respeito a áreas de cotas baixas do depósito praial pleistocênico, que foram inundadas e erodidas por ocasião do auge do evento transgressivo marinho holocênico, gerando um ambiente temporariamente aquoso, com características lagunares.

Atualmente, essas áreas encontram-se colmatadas, podendo ser observados apenas remanescentes do corpo d'água original vegetados por um bosque de mangue, característico de áreas estuarinas.



Figura 20. Do Morro da Galheta tem-se a visão do Parque de Diversões do Beto Carreiro, que está em parte sobre os depósitos marinhos praias/eólicos pleistocênicos (seta azul). À direita nota-se uma faixa de vegetação mais densa, que está sobre depósitos paleolagunares (seta amarela). Ao fundo encontra-se o Morro Grande, do Complexo Granulítico Santa Catarina (seta verde).

Depósitos de Planície de Cristas de Praia Regressiva

Na planície costeira de Navegantes, observa-se uma extensa zona de cristas de praia regressivas, formadas num período geológico em que havia um grande aporte sedimentar, proveniente do rio Itajaí-Açú, cujos sedimentos foram retrabalhados pela atividade das ondas. Essa feição é sugestiva de que, em um determinado período geológico, essa linha de costa tenha progredido através de sucessivas paleolinhas de praia, cujo conjunto pode constituir um elemento integrante de um delta dominado por ondas (figura 21).



Figura 21. A planície de Navegantes é formado por cristas de praia transgressiva, sendo que a progradação da linha de costa deu-se no sentido indicado pela seta azul, suprida pelos sedimentos provenientes do rio Itajaí-Açú, retrabalhados pela ação das ondas.

Os Depósitos de Planície de Cristas de Praia Regressivas são constituídos por areias quartzosas, sobrejacentes a camadas lamo-arenosas biodetríticas. Encontram-se dispostos na forma de uma série de cordões regressivos, alinhados paralelos à linha de costa. A extensão da progradação das praias regressivas é indicada pela zona de cristas de praia que, no caso da planície de Navegantes, é de cerca de 6.300m.

Depósitos Paludiais Holocênicos

São constituídos por sedimentos argilo-arenosos, de origem flúvio-lagunar, com espessura normalmente inferior a 2m, geralmente sobrepostos a camadas arenosas de origem marinha, ou camadas de sedimentos continentais colúvio -aluvionares. Ocorrem em áreas alagadiças, onde o nível do lençol d'água é bastante elevado, formando brejos e pântanos. Estas áreas muitas vezes são utilizadas para plantio de arroz. As áreas de baixos cursos dos canais fluviais podem sofrer, ocasionalmente, a ação das marés.

Depósitos Praiais Marinho/Eólicos Holocênicos

São constituídos por areias marinhas quartzosas, de coloração esbranquiçada, bem selecionadas, com granulometria variando de fina a média, apresentando laminação plano-paralela, com suave mergulho em direção ao mar. Encontram-se recobertas por um pacote de areias eólicas, bimodais, esbranquiçadas, algumas vezes apresentando estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzada angular de pequeno a médio porte. Geneticamente, o depósito marinho está relacionado ao evento transgressivo marinho holocênico, e o pacote eólico que o sobrepõe ao retrabalhamento do terraço marinho por atividade dos ventos.

Os depósitos praias holocênicos, que limitam-se com os depósitos pleistocênicos através de uma escarpa pleistocênica bem desenvolvida, são geralmente de pouca expressão. Na praia do Gravatá, observa-se um grande processo erosivo, causado pela deficiência de areia na praia em relação às condições energéticas do ambiente, fato que permite enquadrá-la como uma praia transgressiva. Essa retração costeira pode estar associada a processos hidrodinâmicos, que podem ser resultado de modificações antrópicas das características naturais do ambiente, ou devido a uma tendência contemporânea de elevação do nível médio do mar, ou algum processo cíclico de retirada e reposição de areia do perfil praial.

Este tipo de depósito é muito frágil, respondendo rapidamente às alterações do perfil de equilíbrio da praia, podendo migrar ou ser completamente erodido. Desta maneira, não se deve construir qualquer tipo de obra nestes locais, mas isto não é o

que se observa na Praia do Gravatá, em Navegantes, onde existem construções na beira da praia que estão sofrendo seriamente com a erosão (figura 22).



Figura 22. Na praia do Gravatá a o processo erosivo é tão grande que a faixa de praia holocênica é praticamente inexistente.

Um dispendioso trabalho de preenchimento praias foi realizado na praia de Piçarras, para conter os processos erosivos e fazer com que se desenvolva mais o turismo na área. A areia foi retirada da plataforma continental adjacente e despejada no perfil praias, para que em seguida os tratores espalhassem esta areia pela praia. Nas figuras 23 e 24 observa-se o ambiente antes e depois que cerca de 60 a 80 metros foram acrescentados na largura da faixa de praia que havia sido erodida.

Finalmente, a figura 25 apresenta uma visão panorâmica da área de estudo, com as principais unidades geológicas ocorrentes na região.



Figura 23. Praia de Piçarras antes do trabalho do engordamento praiat. Observa-se um grande processo erosivo que atingia a praia, muito próximo ao calçamento, acarretando numa estreita faixa de praia.



Figura 24. Após o preenchimento artificial de areia, a Praia de Piçarras tomou uma outra configuração. Agora os problemas de erosão foram amenizados e o potencial turístico ampliado.



Figura 25. Montagem de fotos, demonstrando a visão panorâmica parcial da área de estudo, que se observa sobre o Morro da Galheta, no município de Penha. A seta **amarela** indica a Praia do Gravatá, **a vermelha** o Morro do Bugre, **as azuis** os depósitos praias marinho/eólicos pleistocênicos da região de retro-barreira e **a rosa** a Praia da Armação.

7.3. ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

Segundo Suguio (1973) as finalidades das análises granulométricas variam de acordo com o campo de atividade no qual elas estão empregadas. O presente trabalho demonstra uma metodologia empregada para analisar e descrever mineralógicamente os depósitos sedimentares arenosos da Planície Costeira.

A análise que permite estabelecer uma expressão quantitativa da distribuição granulométrica é conhecida como análise granulométrica ou análise mecânica. Existem três operações distintas envolvidas nas análises granulométricas. Primeiramente é necessário obter-se a distribuição granulométrica das partículas, e inúmeras são as técnicas disponíveis para execução desta fase. Em segundo lugar, as distribuições são representadas por gráficos e diagramas convencionais. Em terceiro lugar existem inúmeros parâmetros (atributos derivados de parâmetros estatisticamente da distribuição granulométrica) que são usados como uma espécie de resumo na descrição dos sedimentos e nas comparações dos sedimentos e outros materiais fragmentares. (Suguio, 1973).

Duas amostras de sedimentos pleistocênicos foram coletadas para serem submetidas à análise granulométrica. Uma das amostras foi retirada de um depósito sedimentar em Navegantes, na localidade de Santa Lídia, a oeste da Praia do Gravatá, ao sul da Paleolaguna cartografada no município de Penha (amostra 01) (figura 26). A segunda amostra foi retirada da extremidade norte da Praia de Piçarras, na escarpa do depósito sedimentar pleistocênico (amostra 02) (figura 27).

7.3.1. Metodologia

As amostras foram coletadas de dois pacotes sedimentares expressivos, tanto na sua ocorrência horizontal, quanto na vertical. Com a utilização de pás, o sedimento foi retirado de uma secção transversal, ensacado e etiquetado, para posterior análise.



Figura 26. Perfil do depósito sedimentar localizado em Santa Lídia, de onde foi retirada a amostra 01.

Em laboratório, utilizou-se o método de peneiramento, que consiste na passagem do sedimento por peneiras com diferentes malhas de abertura, resultando em varias frações de sedimento. As frações obtidas foram analisadas estatisticamente pelo Software ANGRA, Analisador Granulométrico, Versão 1.3 - 1989-1992, que trabalha com a escala de Wentworth (escala PHI). Os resultados obtidos foram expressos em forma de tabelas e gráficos, para melhor entendimento e discussão.



Figura 27. Perfil do pacote sedimentar próximo à Praia de Piçarras, de onde foi retirada a amostras 02.

7.3.2. Resultados da Análise da Amostra 01

Tabela 1: Distribuição granulométrica na escala PHI, peso e frequência acumulada dos sedimentos retidos nas diferentes peneiras da amostra 01.

Peneiras	PHI	PESO%	ACUM%
1	1.00	0.0202	0.02
2	2.00	0.7451	0.77
3	3.00	70.2348	71.00
4	4.00	28.0796	99.08
5	5.00	0.9203	100.00

Tabela 2: Resultados estatísticos da análise granulométrica da amostra 01.

PERCENTIS		ANALISE ESTATISTICA	FRACOES %
[1]:	2.00	Media PHI: 2.794	Cascalho: 0.000
[5]:	2.06	Mediana PHI: 2.701	Areia: 99.080
[16]:	2.22	Desvio Padrão: 0.583	Silte: 0.920
[25]:	2.35	Assimetria: 0.254	Argila: 0.000
[50]:	2.70	Curtose Gráfica: 0.922	
[75]:	3.14	Curtose Normal: 0.480	
[84]:	3.46		
[95]:	3.85		

Interpretação Granulométrica por Folk & Ward

Classificação: areia fina

Seleção: moderadamente bem selecionada

Achatamento: mesocurtica

Tendência: assimétrica para o lado dos finos

7.3.3. Resultados da Análise da Amostra 02

Tabela 3: Distribuição granulométrica na escala PHI, peso e frequência acumulada dos sedimentos retidos nas diferentes peneiras da amostra 02.

CL	PHI	PESO%	ACUM%
1	-1.00	0.1623	0.16
2	-0.50	0.4701	0.63
3	0.00	3.2164	3.85
4	0.50	7.3094	11.16
5	1.00	12.9507	24.11
6	1.50	13.1080	37.22
7	2.00	27.0356	64.25
8	2.50	18.5505	82.80
9	3.00	9.5058	92.31
10	3.50	2.6528	94.96
11	4.00	0.4496	95.41
12	5.00	4.5889	100.00

Tabela 4: Resultados estatísticos da análise granulométrica da amostra 02.

PERCENTIS %	ANALISE ESTATISTICA	FRAÇÕES
[1]: -0.44	Media PHI: 1.662	Cascalho 0.162
[5]: 0.08	Mediana PHI: 1.736	: Areia: 95.249
[16]: 0.69	Desvio Padrão: 0.994	Silte: 4.589
[25]: 1.03	Assimetria: 0.038	Argila: 0.000
[50]: 1.74	Curtose Gráfica: 1.131	
[75]: 2.29	Curtose Normal: 0.531	
[84]: 2.56		
[95]: 3.54		

Na figura 28 são apresentados os gráficos que demonstram as distribuições granulométricas das duas amostras analisadas

Interpretação Granulométrica por Folk & Ward

Classificação: Areia media

Seleção: Moderadamente selecionada

Achatamento: Leptocúrtica

Tendência: Aproximadamente simétrica

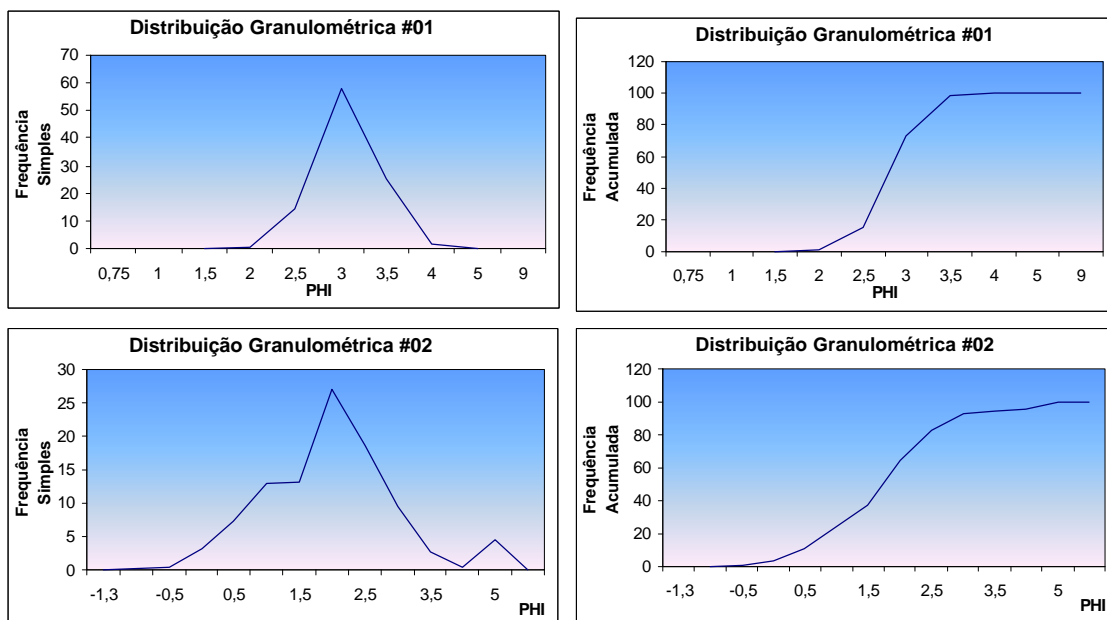


Figura 28. Gráficos demonstrando as distribuições granulométricas das duas amostras analisadas.

7.3.4. Interpretação dos Resultados

Os parâmetros texturais padrões empregados neste tipo de estudo são o diâmetro médio dos grãos, o desvio padrão, a assimetria e a curtose. Há tendências características para cada ambiente sedimentar, mas não se pode afirmar que estas características serão sempre encontradas para cada tipo de sedimento (Davis, 1985).

As duas amostras foram classificadas como areias quartzosas, moderadamente a bem selecionadas, de granulometria fina a média e coloração amarelo-acastanhada até avermelhada. Entretanto, não há uma solução universal para identificação e discriminação de ambientes sedimentares através de análises

de tamanho de grão, especialmente por amostras simples ou grupos de amostras selecionadas sem respeitar as estruturas sedimentares, fácies deposicionais ou posição do corpo arenoso estudado (Pettijohn et al, 1973).

Vários parâmetros, além das características granulométricas, foram analisados para se entender a que tipo de depósitos sedimentares pertencem as duas amostras, como a morfologia dos depósitos sedimentares, ocorrência paralela à linha de costa e coloração. Tais evidências sugerem que as amostras sejam de depósito praiado marinho/eólico pleistocênico, possuindo as mesmas características dos sedimentos pleistocênicos encontrados nas Planícies Costeiras do Rio Grande do Sul e no sul de Santa Catarina.

Os Depósitos Praiais Marinhos/Eólicos Pleistocênicos são constituídos por areias marinhas quartzozas, de granulometria fina a média e coloração amarelo-acastanhado até avermelhado. Encontram-se parcialmente recobertos por areias eólicas de aspecto maciço, coloração semelhante e granulometria fina, sendo geralmente fixados por vegetação arbustiva. (Vilwock 1996, Caruso 1995, 1997b; Frasson 1999, etc.).

Em geral, as areias eólicas são mais finas que bem selecionadas, possuem assimetria negativa, altas curtoses, e são mais arredondadas que os sedimentos das praias adjacentes. Muitas vezes isto é verdade para diversas áreas, mas as diferenças entre os sedimentos praiados e eólicos pode variar largamente ao longo de uma mesma Ilha-Barreira (Davis, 1985).

Conclui-se então, que não se pode inferir parâmetros sobre ambientes deposicionais pretéritos apenas baseados em dados granulométricos. Mas estes parâmetros podem ser de grande utilidade em diversas áreas da geologia costeira, como por exemplo definir classes granulométricas que poderão ser utilizadas em projetos de engordamento praiado.

7.4. EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA

Enfocando as transgressões e regressões marinhas ocorridas no cenozóico, elaborou-se uma reconstituição esquemática da evolução paleogeográfica da região costeira de Penha e Piçarras (figuras 29 a 35), baseando-se em evidências de campo e em trabalhos anteriores, como o de *Caruso Jr. et al.* (1997), que inseriram no Mapa Geológico de Itapema, Porto Belo e Bombinhas, SC, Brasil, um esboço dos estádios evolutivos da planície costeira.

Segundo *Caruso Jr. et al.* (1997), durante o Cenozóico, desde o final do período Terciário até o Quaternário, um intenso sistema de leques aluviais proveniente do embasamento cristalino gerou uma série de depósitos de encostas e de retrabalhamento fluvial.

No Terciário, durante o máximo da regressão pliocênica, o nível do mar situava-se no mínimo a 100 m abaixo do atual (*Maack*, 1949) e, desta maneira, segundo *Bigarella e Andrade* (1964), grande parte da plataforma adjacente teria sido coberta por sedimentos continentais, depositados sob condições de clima semi-árido na forma de leques aluviais, que se desenvolveram a partir das encostas do Escudo Catarinense, onde se encontram parcialmente preservados até hoje.

No período Quaternário ocorreram vários eventos transgressivos e regressivos do nível relativo do mar, permitindo apontar a curva proposta por *Suguió et al.* (1985) e *Caruso Jr.* (1995) como as que mais se aproximam da tendência geral de flutuação do nível relativo do mar, para esta região. No decorrer dos ciclos transgressivos e regressivos marinhos, resultantes dessas variações basicamente controladas pela glácio-eustasia, instalou-se sobre os depósitos continentais um conjunto de depósitos, integrantes do Sistema Depositional Dominado por Ondas.

A transgressão marinha do Pleistoceno Superior, associada à fase interglacial ocorrida há 123.000 anos atrás, propiciou a formação dos depósitos cartografados no presente trabalho como Depósitos Praiais Marinho\Éólicos Pleistocênicos e Depósitos Paleolagunares. Mais tarde, associado ao período regressivo que sucedeu este evento, houve progradação dos depósitos marinhos praiiais. Esta regressão perdurou até cerca de 18.000 anos atrás, tendo o mar atingido as proximidades da quebra da plataforma continental, e resultando numa ampla planície costeira.

Há cerca de 18.000 anos atrás iniciou a transgressão marinha holocênica, associada a um novo período interglacial, fazendo com que a linha de costa retrogradasse, tendo o mar atingido as cotas atuais por volta de 7.000 anos A.P., culminando o seu máximo transgressivo há cerca de 5.100 anos, quando atingiu cotas de aproximadamente 3.5m acima do atual.

No auge deste período transgressivo, houve a ingressão marinha nas áreas de cotas mais baixas da planície costeira, restabelecendo antigos corpos aquosos e formando depósitos paludiais. Os depósitos praias marinho/eólicos pleistocênicos mais altos foram erodidos, formando escarpas que atualmente afloram nas praias de Itajuba e Piçarras. Também iniciou a formação dos Depósitos Praiais Marinho/Eólicos Holocênicos, na forma de pequenas ilhas/barreiras próximo a linha de costa.

Desde o período transgressivo de 5.000 anos A.P., até aproximadamente 2.000 anos A.P., o mar sofreu um processo de oscilação negativa, que provocou a união das pequenas ilhas/barreiras, a progradação da linha de costa e o desenvolvimento da Planície de Cristas de Praia Regressiva de Navegantes, possivelmente associadas a um ambiente deltáico, proveniente do rio Itajaí-Açú, que teve seus sedimentos retrabalhados pelas ondas e depositados na forma de cristas de praia regressiva. Ao mesmo tempo ocorreu o abaixamento do lençol freático, ressecando os ambientes paludiais.

Uma recente oscilação positiva do nível relativo do mar (<2,0 ka), fez com que houvesse uma pequena retrogradação da linha de costa, causando a erosão dos depósitos praias marinho/eólicos holocênicos.

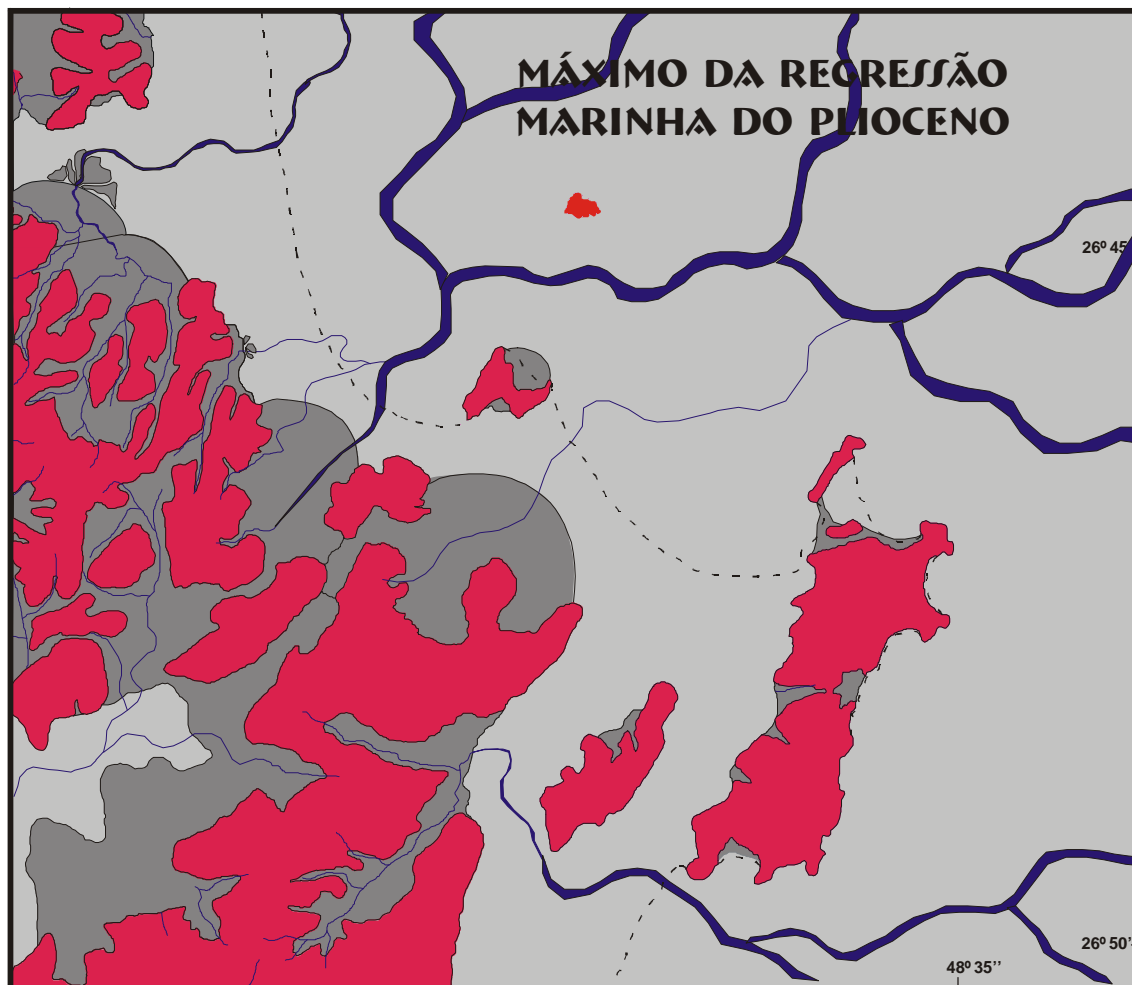


Figura 29. No final do plioceno o sistema continental de leques aluviais se desenvolveu, originando os depósitos de encostas e os depósitos de planície colúvio-aluvionares , a partir do intemperismo e erosão das rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina . Também neste período desenvolveu-se rios que recortavam a Planície Costeira.

OBS. A linha pontilhada demonstra a posição da linha de costa atual.

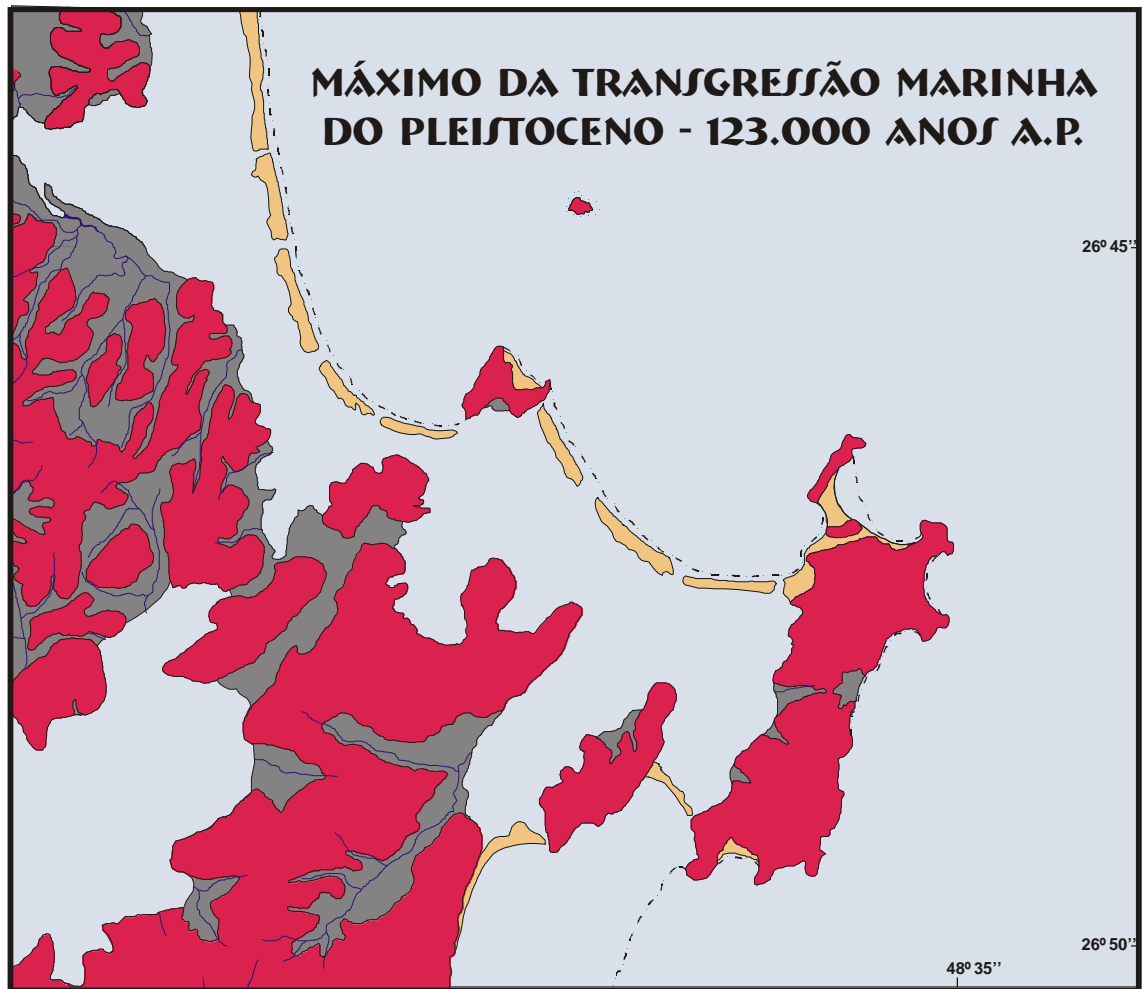


Figura 30. No máximo da transgressão marinha pleistocênica iniciou-se a formação dos depósitos praias marinho/eólicas, integrantes do Sistema Depositional Dominado por Ondas, que foram depositados inicialmente na forma de Ilhas/barreiras.

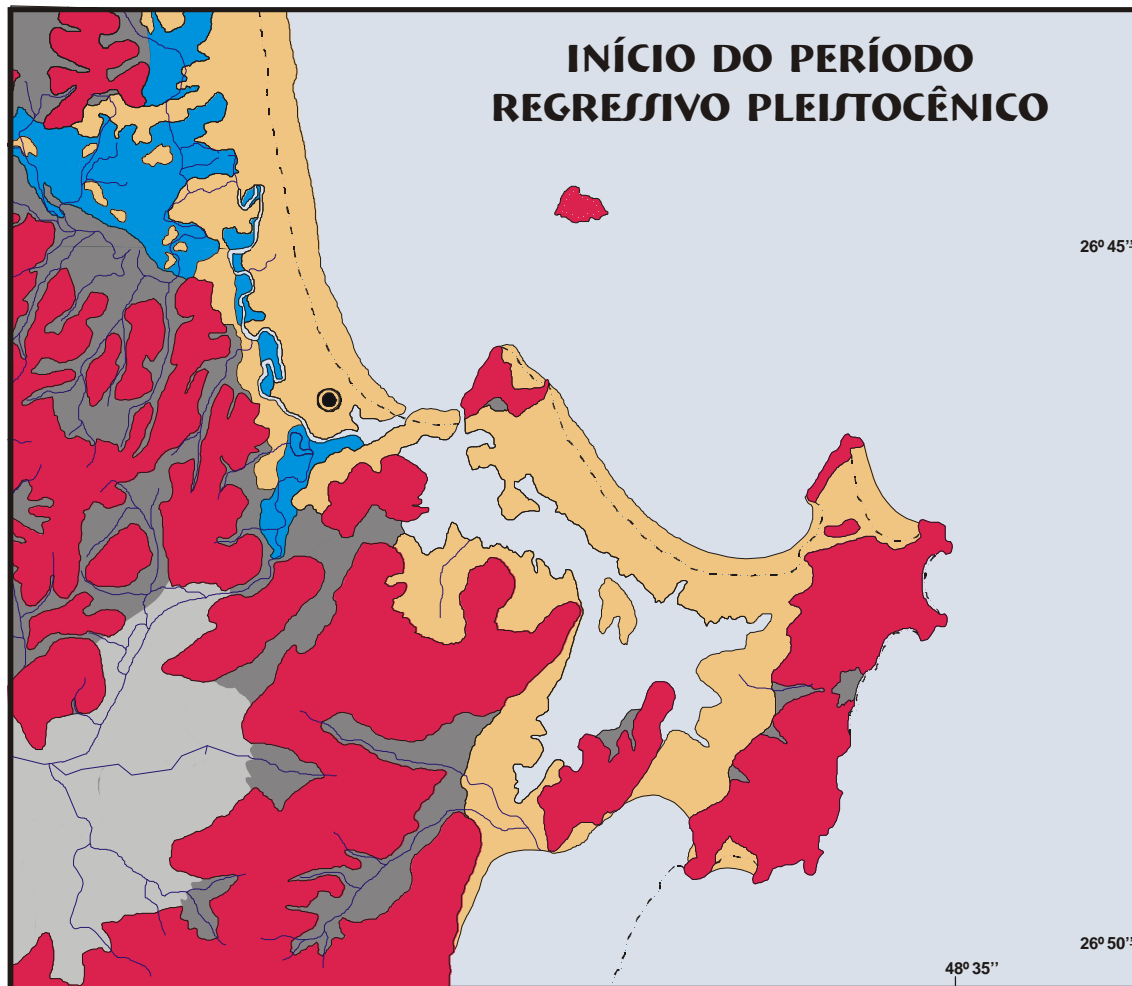


Figura 31. Com o início do abaixamento do nível relativo do mar, os depósitos praias marinho/eólicas progrediram e as regiões de retro-barreira, começaram a secar em função do abaixamento do lençol freático, possibilitando o crescimento vegetal e a formação dos depósitos paleolagunares .

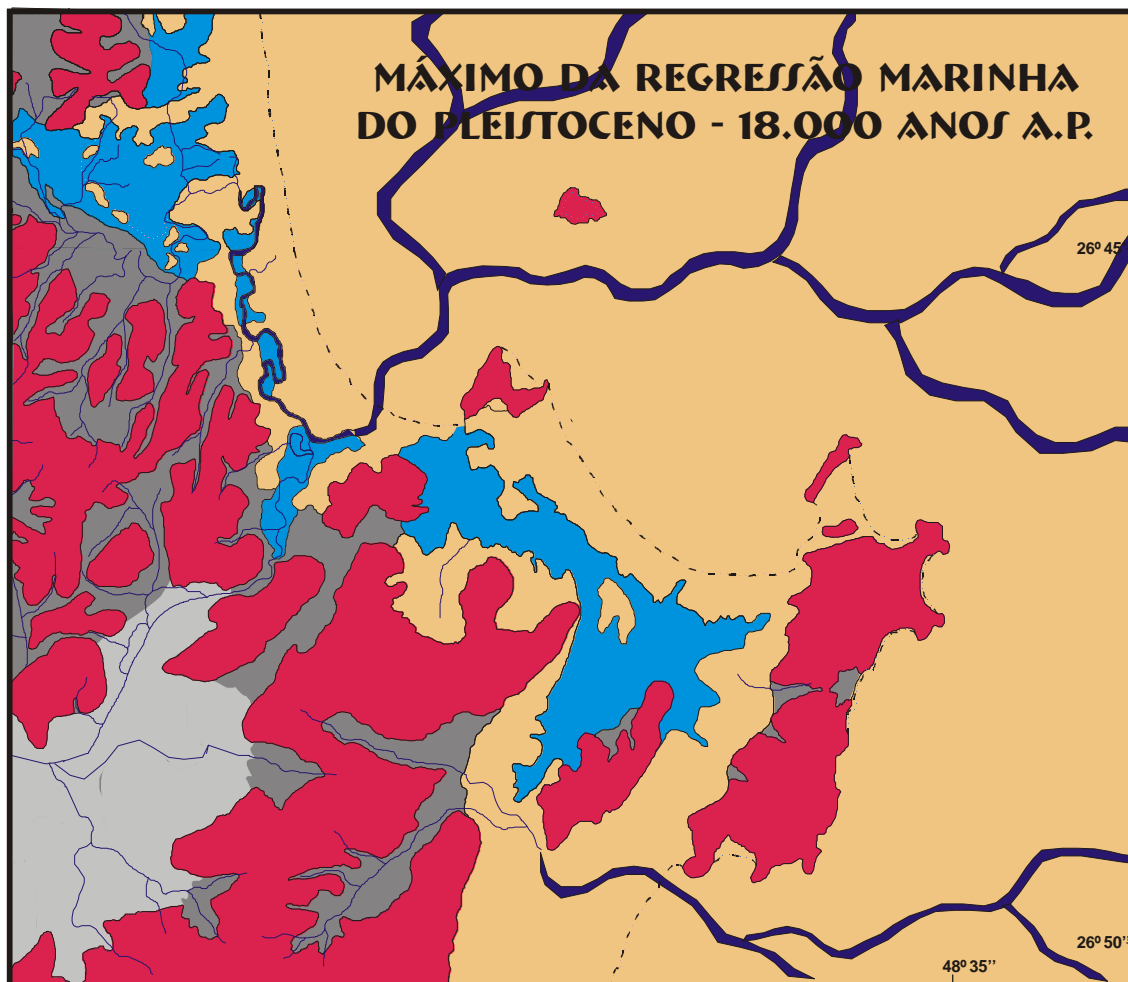


Figura 32. O máximo da regressão pleistocênica originou uma grande planície costeira , cuja linha de costa progradiou até a quebra da plataforma continental, aproximadamente 140 Km a Leste. Neste período os rios meandravam pela planície costeira.

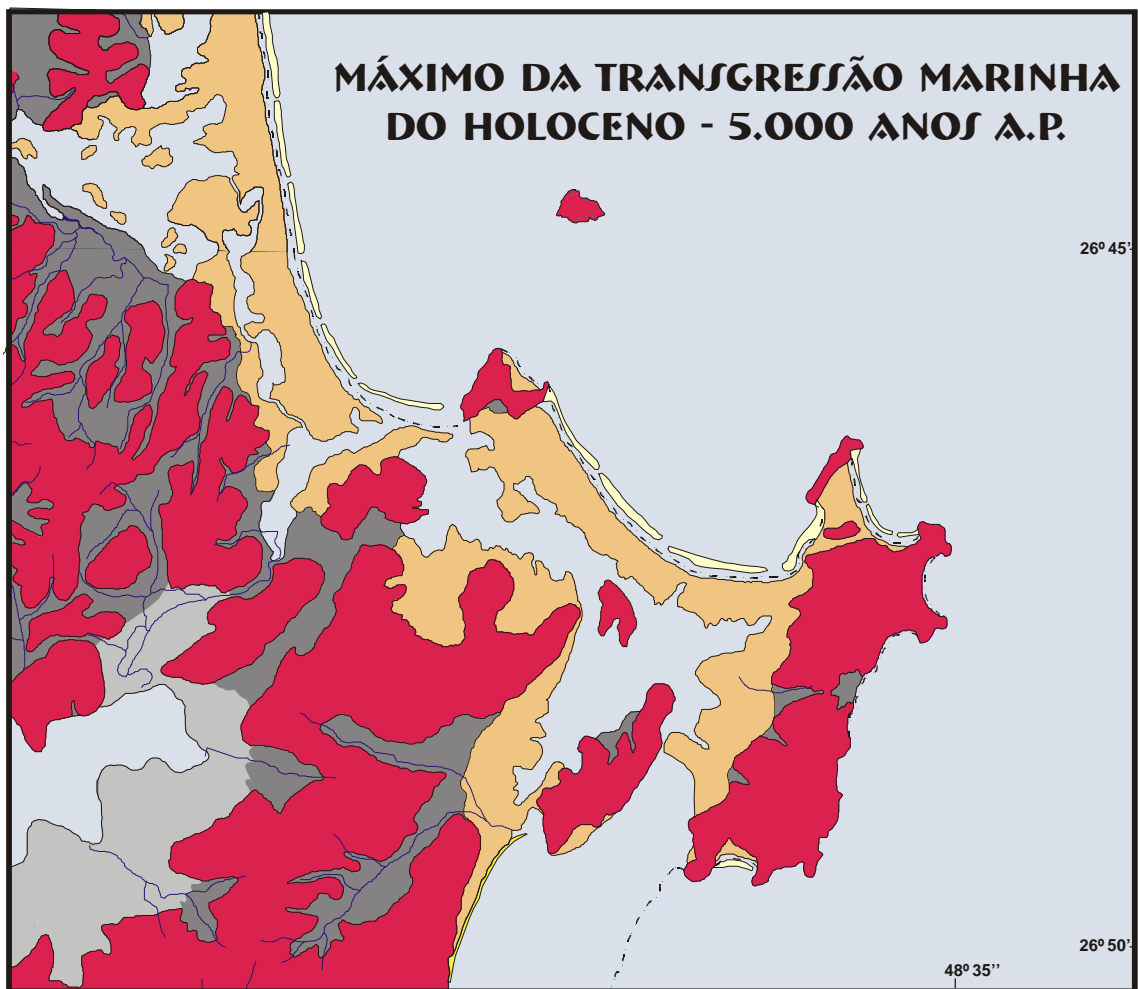


Figura 33. No Holoceno o mar afogou parte da planície costeira pleistocênica, atingindo cotas de aproximadamente 3.5m acima do nível atual. Este evento promoveu a erosão dos depósitos pleistocênicos , formando escarpas e restabeleceu condições aquosas nas zonas paleolagunares. Neste período também iniciou a formação dos depósitos praias marinho/eólicos holocênicos .

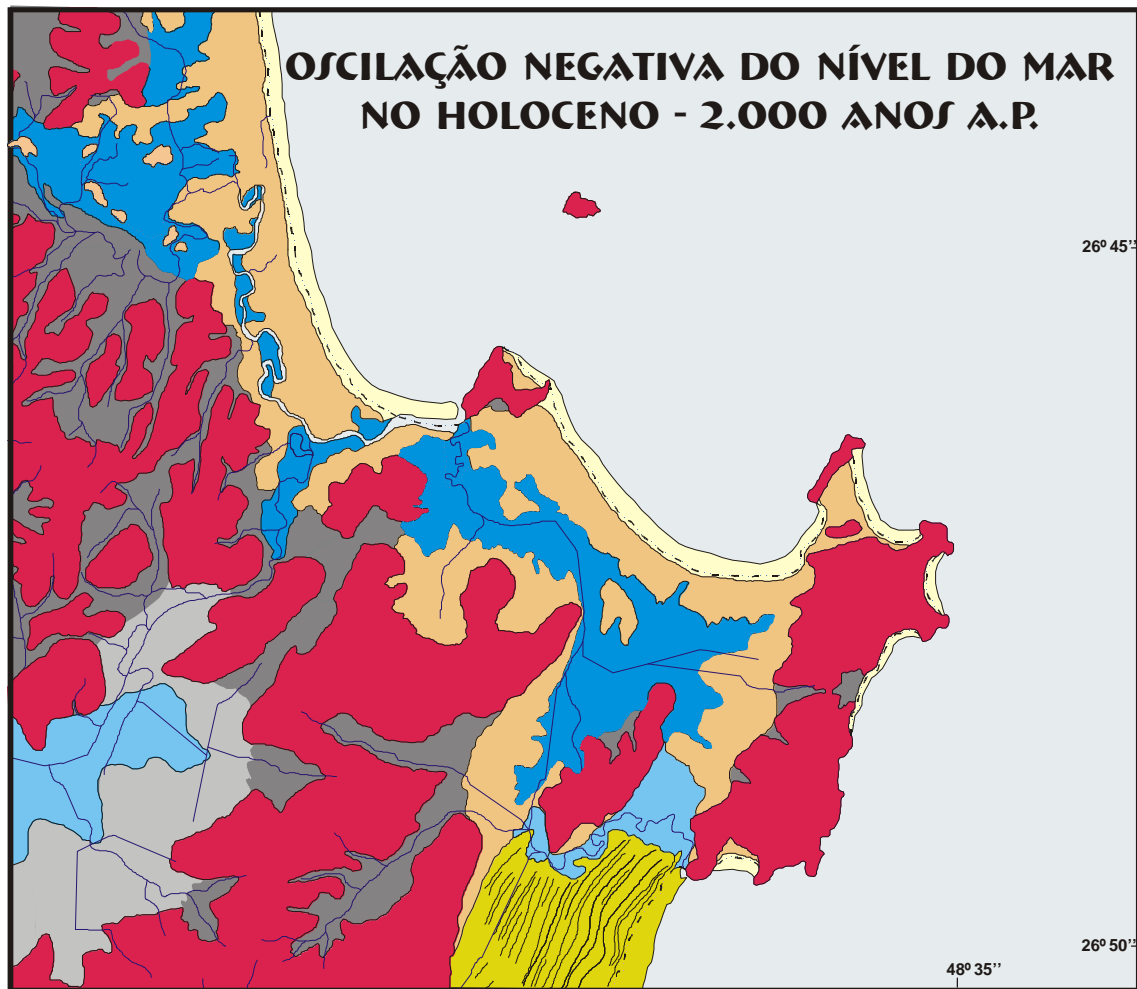


Figura 34. A oscilação negativa do nível relativo do mar, posterior a 5.000 anos A.P., promoveu a progradação da linha de costa, com a formação dos depósitos praias marinho/eólicos holocênicos assim como dos depósitos de cristas de praia regressiva . Também provocou o abaixamento do lençol freático, dando origem aos depósitos paludiais .

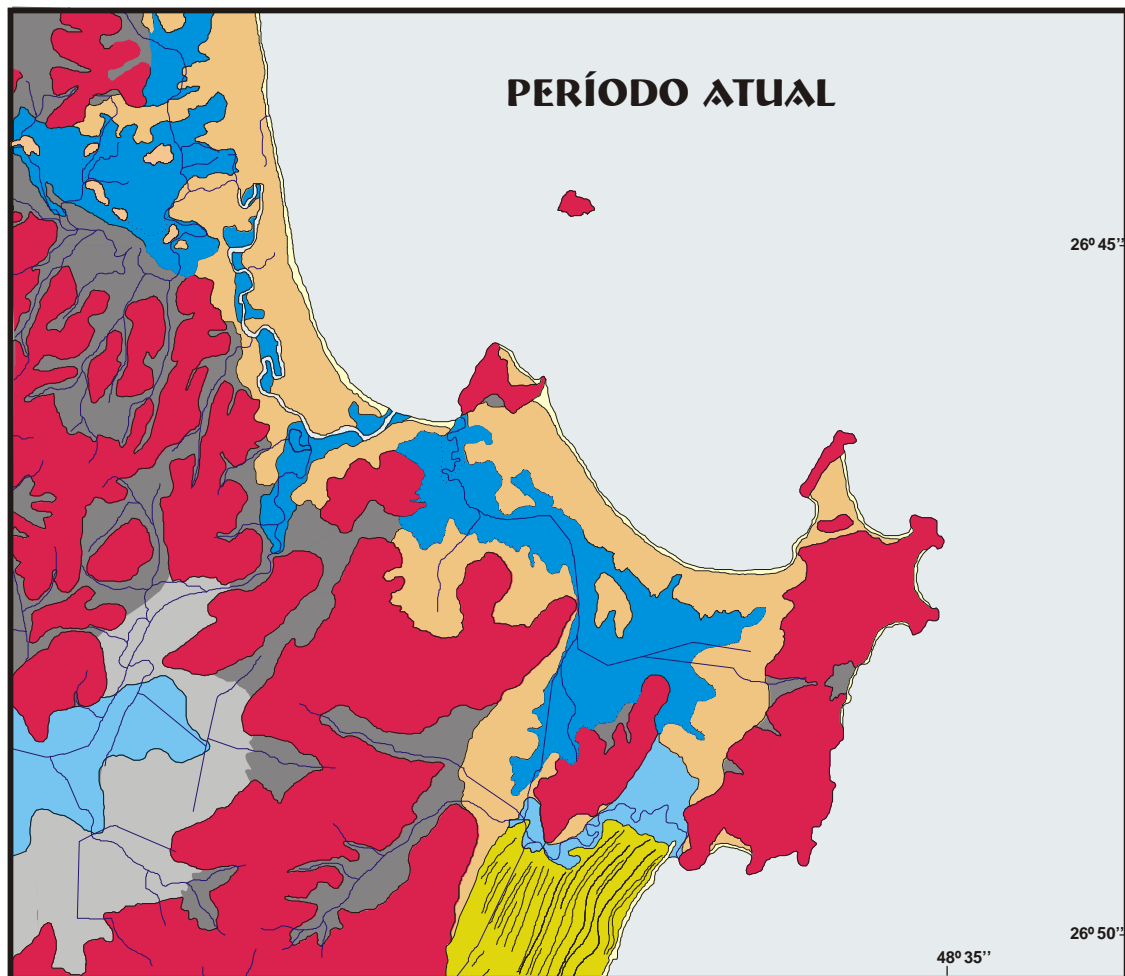


Figura 35. Uma oscilação positiva do nível relativo do mar (<2,0 ka) erodiu os depósitos praias marinho/eólicos holocênicos e os de crista de praia regressiva , fazendo com que a linha de costa retrogradasse até a situação atual.

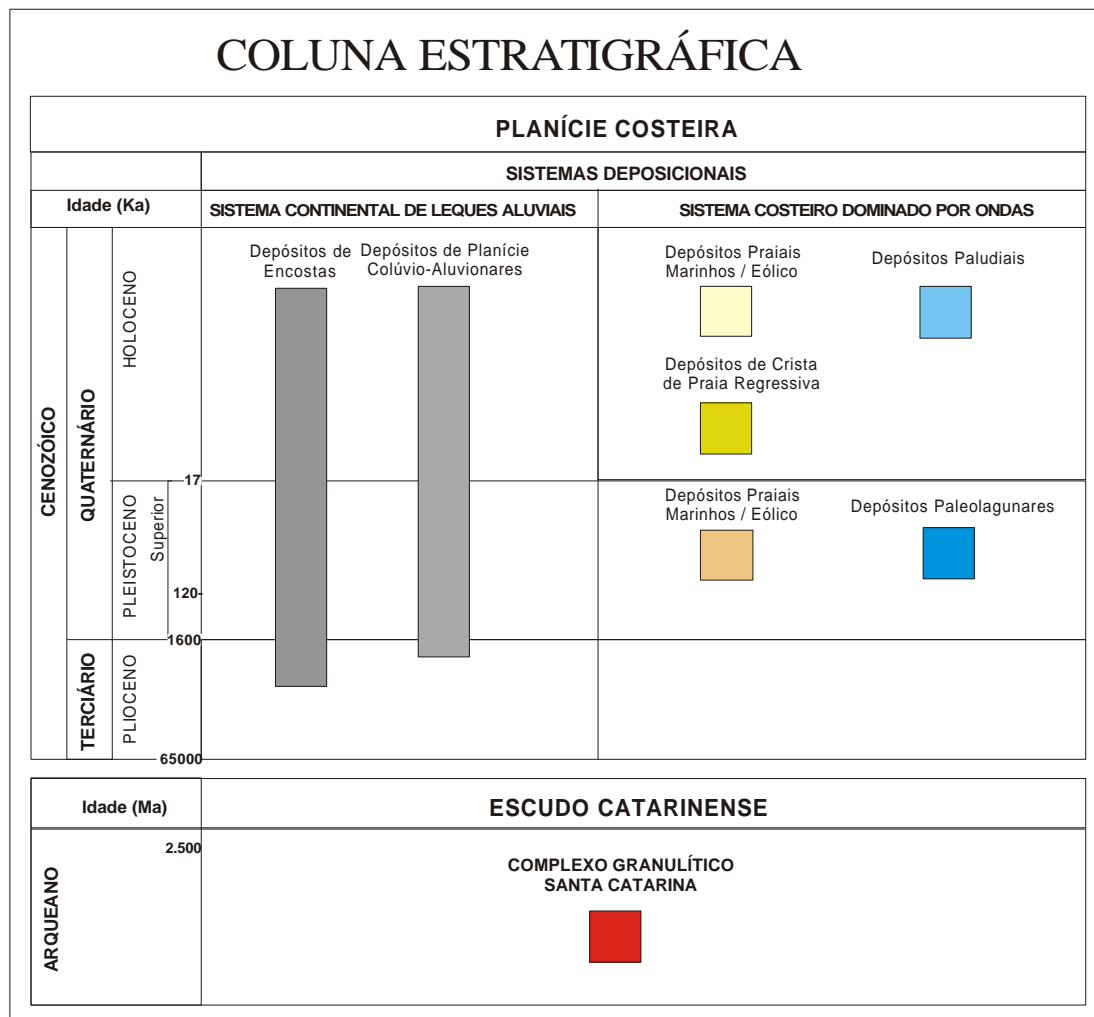


Figura 36. Coluna estratigráfica proposta para o enquadramento dos depósitos sedimentares e das rochas do embasamento da região de Penha e Piçarras, SC.

8. CONCLUSÕES

Os trabalhos de cartografia geológica que vêm sendo realizados têm proporcionado o reconhecimento das unidades sedimentares cenozóicas e seu enquadramento em ambientes deposicionais, presentes na região costeira em estudo.

Neste trabalho, foram abordadas as principais características da região costeira de Penha e Piçarras, Santa Catarina, sendo descritos aspectos gerais, como localização, acesso, aspectos sócio-econômicos e aspectos fisiográficos, assim como a geologia e evolução paleogeográfica de toda a planície costeira quaternária. O resultado principal é o Mapa Geológico da Região Costeira entre Itajaí e Barra Velha, SC, que visa contribuir com uma série de subsídios para os programas de gerenciamento costeiro, assim como em trabalhos de mapeamento geológico.

A metodologia de cartografia aqui descrita também pode ser utilizada para produção de mapas temáticos em geral, como mapeamento do uso do solo, mapeamento da vegetação e muitos outros tipos.

O início da utilização do Spring na área da geologia pode trazer grandes benefícios para os estudos ambientais, uma vez que as perspectivas para a sua utilização sejam, estabelecer sólidas bases conceituais para o desenvolvimento e o aprimoramento de um SIG de segunda geração (Spring) e lançar idéias para o projeto e desenvolvimento da tecnologia de centros de dados geográficos, que virá para complementar às capacidades do Spring.

Uma constatação interessante foi que o Depósito Praia Marinho/Eólico Holocênico, é pouco expressivo, limitando-se a uma pequena faixa de praia atual e é muito susceptível à retração costeira. Observações preliminares sugerem que a praia atual foi mais desenvolvida, e que atualmente esteja sofrendo um processo erosivo bem acentuado. Sendo este depósito, um dos mais frágeis aos processos erosivos, o presente trabalho poderá também fornecer subsídios para diagnosticar o impacto ambiental causado pelos processos de erosão costeira na zona litorânea.

A área de estudo possui um grande potencial turístico, que é explorado cada vez mais, e são poucas as iniciativas para um gerenciamento costeiro. Se o turismo e a expansão urbana se derem de forma desordenada, os problemas de erosão das praias, que já ocorre em vários balneários, como o de Gravatá, poderão aumentar

trazendo conseqüências desastrosas para comunidade. Para que isto não ocorra, mais pesquisas devem ser feitas visando o bem estar comum.

Os depósitos sedimentares apresentam diferentes graus de permeabilidade e porosidade, o que determina, em parte, as características de um aquífero. Os dados aqui apresentados discriminam as características dos depósitos sedimentares, servindo para auxiliar o gerenciamento da água subterrânea da área de estudo.

9. GLOSSÁRIO

Ambiente sedimentar: Partes da superfície terrestre com propriedades físicas, químicas e biológicas bem definidas e diferente das apresentadas pelas áreas adjacentes.

Agente de transporte: Flúido responsável pela remoção do material erodido, por mecanismos de tração, saltação, suspensão e solução.

Balneabilidade: Próprio para banho.

Estruturas sedimentares primárias: São resultantes de processos físicos durante a sedimentação.

Evolução Paleogeográfica: Evolução da formação da superfície terrestre ao longo do tempo geológico.

Exploração: Tirar proveito econômico de determinada área, sobre tudo quanto aos recursos naturais.

Fácies: É o conjunto de caracteres de um depósito sedimentar, considerados sob o aspecto de sua formação. É uma parte restrita em área de uma determinada unidade estratigráfica, que exibe características significativamente diferentes das outras partes da unidade, levando-se em consideração a litologia, geometria, estruturas sedimentares, paleontologia e padrões de paleocorrentes.

Flutuações do nível relativo do mar: São variações do nível relativo do mar ao longo do tempo.

Fotointerpretação: Ato de examinar e identificar objetos (ou situações) em fotografias aéreas (ou outros sensores) e determinar o seu significado, ou a previsão do que pode ser visto no local da imagem.

Geoprocessamento: Conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam.

Gerenciamento costeiro: Conjunto de métodos utilizados para administrar de maneira racional e sustentada os recursos costeiros.

Holoceno: Idade mais recente do Quaternário, dentro do Cenozóico, no Período Fanerozóico (aproximadamente 18.000 anos A.P. até os dias atuais)

Hierarquia deposicional: Seqüência, ordem, categoria, graduação existente numa classe deposicional de sedimentos.

Leques Aluviais: Depósitos sedimentares de encostas.

Mapeamento faciológico: Representação em superfície plana das fácies sedimentares.

Marismas: Vegetação típica de ambientes paludiais.

Morfoscopia: Visualização da forma do grão de sedimento.

Paludial: Alagado.

Pláceres: Depósitos sedimentares característicos.

Pleistoceno: Idade mais antiga do Quaternário, dentro do Cenozóico, no Período Fanerozóico (aproximadamente 120.000 a 18.000 anos A.P.)

Transgressão marinha: Processo de flutuação positiva (aumento) do nível relativo do mar.

Regressão marinha: Processo de flutuação negativa (abaixamento) do nível relativo do mar.

Sedimentos autigênicos: Sedimentos formados dentro da bacia sedimentar.

Sedimentos biogênicos: Sedimentos de origem biológica.

Turfa: Sedimento de origem vegetal que geralmente representa áreas paleolagunares.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R.J. E SOUZA, M.C., Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Município de Itapoá, Santa Catarina. Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte. **Anais...SGB**. P257. 1998
- AMIN JR. A.H., Geologia da Planície Costeira do Sistema Praial Brava Amores, SC. Projeto de Graduação, CTTMar/UNIVALI, 1999.
- ALMEIDA, F.F.M.. Contribuição à geomorfologia da região oriental de Santa Catarina. Associação Geógrafos Brasileiros, 1948. **Anais...** São Paulo, v. 2, n. 1., p. 10-38. 1948.
- Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: **Diagnóstico Geral**. Florianópolis, Santa Catarina. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 1. Recursos Hídricos – Santa Catarina – Santa Catarina. 2. Bacia Hidrográfica – SC. I. Título. CDU 556.18(816.4). 1997.
- CALDASSO, A.L.S.; KREBS, A.S.J.; SILVA, M.A.S. da; CAMOZZATO, E. & RAMGRAB, G.E.. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Folha Botuverá, Estado de Santa Catarina. Escala 1:50.000**. Porto Alegre, CPRM. 303 p. (Relatório Inédito). 1995.
- CARUSO Jr., F.. Geologia do Cenozóico de Santa Catarina. In: Silva, L.C. & Bortoluzzi, C.A. (eds.). **Texto Explicativo do Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, Escala 1:500.000**, DNPM/SCTME, p. 193-204. 1987.
- CARUSO Jr., F. & ARAÚJO, S. A.. Texto explicativo para o Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, Escala 1:100.000. **Notas técnicas/CECO, UFRGS**, n.6, 28p. 1993.

CARUSO Jr., F.. Mapeamento de recursos minerais do Sudeste de Santa Catarina. **Texto Explicativo e Mapa, ESCALA 1:100.000.** Departamento Nacional da Produção Mineral Brasileira. 52p.. 1995.

CARUSO Jr., F.; BITTENCOURT, M. S.; ARAÚJO, S. A.. Contribuição a geologia d Região de Itapema, Porto Belo e Bombinhas, Santa Catarina. Características das Rochas Neo-Proterozóicas e dos Ambientes Depositionais Cenozóicos. SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 6. Itajaí 1997. **Anais...** Itajaí. p. 48-50. 1997.

CARUSO Jr., F.. Contribuição ao conhecimento geológico da Região Sul Catarinense, com enfoque nos aspectos evolutivos do ambiente litorâneo durante o Quaternário. **Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário**, 6. Curitiba. p. 44-48. 1997a.

CARUSO Jr., F. & ARAÚJO, S. A.. **Mapa Geológico do Litoral Centro Norte Catarinense.** 1999a.

CARUSO JR., F. **Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Portuário de Navegantes.** FATMA / SC. 861p. 1999b.

CARUSO JR., F.; KREBS, A.J.; WILDNER, W.; ARAUJO, S.A.; DIEHL, F.L.; FRASSON, H. & CARMO, V.B. Mapa Geológico da Folha Camboriú, escala 1:50.000. **Anais do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas.** Itajaí SC. P. 192-194. 2000

CIASC-FATMA, Cd – Cobertura Vegetal de Santa Catarina, 1998.

Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina Informação S.A.. **Santa Catarina – Perfil Interativo.** Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul.

- DAVIS Jr., R. A. **Coastal Sedimentary Environments**. Springer-Verlag New York Inc. . 2 ed. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo. 1985.
- DIEHL, F.L. e HORN FILHO, N.O.. Compartimentação Geológica-Geomorfológica da Planície Costeira do Estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, v.9, p39-50. 1996.
- DUARTE, G.M. Depósitos Cenozóicos Costeiros e a Morfologia do Extremo Sul de Santa Catarina. Programa de Pos-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo. **Tese de Doutorado**. 2v. 300p. 1995
- FRASSON, H. Mapa Geológico das Fácies Sedimentares da Planície Costeira entre Itajaí e Barra Velha, Nordeste de Santa Catarina. Seminário integrado de Iniciação a Pesquisa Científica, **Anais**. 1999.
- GAPLAN/SC.. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro. 173p. 1986.
- HAYES, M.O. 1979. Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In: Leatherman (ed.), *Barrier Islands*: NY, Academic Press, 1-28
- HARTMANN, L.A.; SILVA, L.C. & ORLANDI FILHO. 1979. O Complexo Granulítico de Santa Catarina: descrição e implicações genéticas. **Acta Geológica Leopoldensia**, v.3, n. 6, p. 93-112.
- HORN FILHO, N.O.; DIEHL, F.L.; AMIN JR. A.H., Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Centro Norte do Estado de Santa Catarina. Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador, 1996. **Anais...** SBG, v.5, p.278-280. 1996.
- IBGE. **Folhas 1:50.000 de Barra Velha e Itajaí e Folha 1.250.000 de Joinville**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1983.

- MAACK, R. 1947. Breves notícias sobre a geologia dos estados de Santa Catarina e Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, p. 65-154.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1986. Coastal Quaternary Deposits of the States of Paraná and Santa Catarina. **In: Rabassa, J. (ed.), INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SEA LEVEL CHANGES AND QUATERNARY SHORELINES**, São Paulo. Quaternary South Am. Antarct. Peninsula. Rotterdam, Balkema. 124 p.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. & AZEVEDO, A.E.G. Mapa Geológico do Quaternário Costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Brasília, DNPM. 40 p. (**Série Geologia**, 28; Seção Geologia Básica, 18). 1988.
- MORAES, G. & GRIEP, G. **Software ANGRA**, Analisador Granulométrico, Versão 1.3 - 1989-1992. 1992.
- OLIVEIRA, C., **Dicionário Cartográfico**. 4 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 646p. 1993.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E. e SIEVER, R. **Sand and Sandstone**. Springer-Verlag, Nova York, Heidelberg, Berlim. 1973.
- Secretaria do Estado de Coordenação Geral e Planejamento. **Atlas Escolar de Santa Catarina** Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro,. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. 96p. tab. Gráf. 1991.
- SILVA, L.C. DA & DIAS, A.A. 1981. **Projeto Timbó - Barra Velha**. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 282p. (Inédito)
- SILVA, L.C. DA.. **Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais - Folha SG. 22 - Z - D, Florianópolis, escala 1:250.000**. DNPM/CPRM, Porto Alegre. 2 v. Mapas. (Inédito). 1983.

- SILVA, L.C. Geologia do Pré-Cambriano/Eopaleozóico de Santa Catarina. In: Silva, L.C. & Bortoluzzi, C.A. (eds.). **Texto Explicativo do Mapa Geológico de Santa Catarina, escala 1:500.000**. Florianópolis, DNPM/SCTEME. p.15-90 (Série: Mapas e Cartas de Síntese, n. 3). 1987.
- SOARES, P.C.. Seqüências tectono-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do Escudo Paranaense. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba. **Atas...2:743-772**. 1987.
- SOARES. P.C. Tectônica colisional em torno do Bloco Paraná. In: Congresso Latino-Americano Geologia, 7, Belém. **Anais...p. 63-79**. 1988.
- SOUZA, M.C., Mapa da Planície Costeira e Morfologia e Dinâmica das Praias do Município de Itapoá, Estado de Santa Catarina: Subsídios à Ocupação. Curitiba, curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental, Departamento de Geologia, UFPR, **Dissertação de Mestrado**. 1999
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A.E.G. 1995. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p.273-286.
- SUGUIO, K.. **Introdução à Sedimentologia**. Edgard Blücher LTDA, Ed da Universidade de São Paulo. 1 ed. São Paulo, SP. 1973.
- SUGUIO, K.. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. Paulo's Comunicação e Artes Gráficas. 1 ed. São Paulo, SP. 1999.
- TAKEDA, F.K. Esboço geológico de Santa Catarina. In: **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis, IBGE. 6 p. 1958.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DENHARDT, E.A.; HORN FILHO, N.O.; BACHI, F.A.; DENHARDT, B.A.. Geology of Rio Grande do Sul province. In: Rabassa, J, (ed.), INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SEA LEVEL CHANGES AND QUATERNARY SHORE LINES, São Paulo. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. Balkema: Rotterdam, v. 4, p. 79-97. 1996.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; Mapa Geológico da Província Costeira do Rio Grande do Sul, Escala 1:1.000.000, CECO/UFRGS, Porto Alegre, **Notas Técnicas**, 1995.

WENTHWORTH. escala PHI In: **SUGUIO, K.. Introdução à Sedimentologia**. Edgard Blücher LTDA, Ed da Universidade de São Paulo. 1 ed. São Paulo, SP. 1973.

ANEXO