



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA INFORMAÇÃO – ICHI**

**CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO**

**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA – LOG.**

Vanessa Caetano Marques

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Nicolodi

**CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE PRAIAS OCEÂNICAS, LAGUNARES E  
ESTUARINAS DA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA DE PELOTAS E SUA  
CONTEXTUALIZAÇÃO COM O ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DO LITORAL (ISL)**

Rio Grande, julho de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA INFORMAÇÃO  
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO  
LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA

**CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE PRAIAS OCEÂNICAS, LAGUNARES E  
ESTUARINAS DA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA DE PELOTAS E SUA  
CONTEXTUALIZAÇÃO COM O ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DO LITORAL (ISL)**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Rio Grande, como parte dos  
requisitos para conclusão do curso de Geografia Bacharelado.

Banca examinadora: Orientador Dr. João Luiz Nicolodi.

Msc. Oc. Débora Pimentel Diniz Santos

Prof<sup>o</sup> Dr. Ulisses Rocha de Oliveira

**VANESSA CAETANO MARQUES**

**Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. João Luiz Nicolodi**

**“Os loucos abrem os caminhos que mais tarde os sábios irão percorrer.”**

**Autor desconhecido**

## **Agradecimentos**

Primeiramente, gostaria de deixar registrada a minha eterna gratidão ao Universo, pela oportunidade de aprender diariamente.

Gratidão à minha família, pelo amor, dedicação, compreensão, paciência e cuidado à mim dedicados.

À todos colegas e amigos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, sou muitíssimo grata.

Não poderia deixar de agradecer à todos os professores que passaram pela minha caminhada, desde o jardim de infância até este momento. Todos eles, sem exceção foram essenciais para a minha formação profissional e enquanto ser humano.

À todas as pessoas que trabalham no LOG, muito obrigada pelo acolhimento e os almoços sensacionais do Tagliani (risos). Em especial à Débora, pela atenção, conhecimento repassado, ajuda e apoio.

E a equipe ISL, João; Lelo; Chayonn; Marília, sem palavras. O trabalho com vocês é divertido e eficiente. Obrigada pelas trocas de ideias, pelos aprendizados e pela parceria. Ao meu querido LeLo, gratidão pela paciência com os mapas e o SIG.

Enfim, ao meu orientador João, pela oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional, serei eternamente grata. Mas não somente por isso, obrigada pelas conversas, pela parceria e por sempre ter me apoiado.

## SUMÁRIO

I.	Resumo	1
II.	Lista de figuras	3
III.	Lista de siglas e símbolos	5
IV.	Lista de tabelas	7
1.	Introdução	8
2.	Referencial Teórico	9
2.1.	O cenário brasileiro de exploração do petróleo	12
2.2.	Histórico de derramamentos de óleo e os efeitos no meio ambiente	15
2.3.	Legislação brasileira	19
2.4.	Metodologia Oficial	21
2.5.	O Projeto Cartas SAO Pelotas	24
3.	Objetivos	26
3.1.	Objetivo Geral	26
3.2.	Objetivos Específicos	26
3.3.	Justificativa	27
4.	Área de estudo	27
4.1.	Clima	30
4.2.	Geologia e Geomorfologia	31
4.3.	Hidrografia e Hidrodinâmica	36
4.4.	Dados de Navegação para o Sistema Lagunar	41
5.	Metodologia	42
5.1.	Setorização da área de estudo	43
5.2.	Práticas laboratoriais	43
5.3.	Análises estatísticas	47
5.4.	Construção do SIG	47
6.	Resultados	48
6.1.	Descrição granulométrica dos setores oceânico e lagunar	48
6.1.1.	Setor oceânico	49
6.1.2.	Setor lagunar estuarino	58
6.1.3.	Setor lagunar margem leste	61
6.1.4.	Setor lagunar margem oeste.	64
6.1.5.	Setor lagunar Guaíba	71
7.	Discussões	74

<b>8. Conclusões</b>	-----78
<b>9. Referências</b>	-----80

## I. Resumo

As atividades das indústrias petrolíferas encontram-se em expansão no território brasileiro ocasionando mudanças em toda a sua zona costeira. Concomitante as necessidades econômicas, as necessidades socioambientais também entram neste cenário. De modo a gerir os riscos e danos que tais atividades acarretam aos ambientes marinhos e costeiros, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) deu início ao mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo das bacias sedimentares marítimas brasileiras. O presente trabalho entra neste contexto através do Projeto Cartas SAO Pelotas e tem como objetivo contribuir com o estudo granulométrico de praias oceânicas, lagunares e estuarinas da porção brasileira da bacia de Pelotas, composta por parte da costa de Santa Catarina (sul de Florianópolis), estendendo-se por toda a costa do Rio Grande do Sul e englobando o sistema lagunar Patos-Guaíba. Esta pesquisa aborda características físicas da área de estudo (citada acima), como: granulometria dos sedimentos, hidrodinâmica e morfodinâmica das praias, e as contextualiza com o método oficial de classificação da sensibilidade para o mapeamento dos ambientes. Estas características são abordadas no método oficial pelo Índice de Sensibilidade do Litoral à óleo, o qual considera as características geomorfológicas do litoral e classifica sua sensibilidade em ordem crescente numa escala de 1 à 10 (MMA, 2002). A metodologia adotada neste trabalho obteve os parâmetros granulométricos de amostras sedimentares coletadas nas faces das praias, que em conjunto com referências sobre a hidrodinâmica da área e permeabilidade de praias, possibilitou discutir a representatividade do método oficial para praias que compõem a planície costeira brasileira da bacia de Pelotas. Os resultados apresentaram algumas lacunas no ISL, pois este não considera a distribuição espacial das partículas sedimentares, fator fundamental para a permeabilidade das praias, a qual é modificada constantemente pelas forças eólicas e hídricas, principalmente no sistema lagunar. Do mesmo modo, por interpretar de maneira teórica, sem considerar trabalhos práticos já efetuados, a permeabilidade atribuída a pacotes sedimentares de granulometria heterogênea. Ao fim, baseado na existência dessas incoerências entre as características particulares da área de estudo e o método oficial de classificação da sensibilidade dos ambientes pôde-se sugerir a continuidade e o

aprofundamento do estudo a fim de contribuir para o aperfeiçoamento da metodologia do MMA.



## II. Lista de figuras

Figura 1: Produção de óleo no mundo em kbd (mil barris/dia), dividido por regiões. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015. ....	10
Figura 2: Padrão das maiores rotas de transporte de óleo no mundo. Fonte: Milanelli, 2012. .	12
Figura 3: Produção de óleo no Brasil em kbd (mil barris/dia) em 2013 e seu crescimento desde a década de 1970. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015.....	14
Figura 4: Mapa dos 20 maiores incidentes com petroleiros. Fonte: International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF), 2015.....	15
Figura 5: Transporte marítimo de hidrocarbonetos vs. Derrames dos mesmos. Fonte: ITOPE, 2015.....	17
Figura 6: Principais fontes de emissão de óleo para o ambiente marinho. Fonte: Milanelli, 2012. ....	18
Figura 7: Carta operacional da Ilha do Mel (PR). Fonte: Atlas de Sensibilidade Ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos, MMA 2007.....	22
Figura 8: Mapa de localização da área de estudo com os pontos amostrais.....	28
Figura 9: Fisiografia e principais estruturas da Bacia de Pelotas e a área continental adjacente. Fonte: Modificado de Urien & Martins, 1978, apud Dillenburg, 1994. ....	29
Figura 10: Sistema de circulação de ventos na região sul do país. (A) Anticiclone do Atlântico, ventos NE. (B) Massa de Ar Polar, ventos S. Fonte: Möller Jr., 1996.....	31
Figura 11: Carta cronoestratigráfica da Bacia de Pelotas (Modificado de Dias et al., 1994) .....	33
Figura 12: Mapa de localização e mapa geológico simplificado da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (modificado de Tomazelli & Villwock, 1996). ....	35
Figura 13: Perfil esquemático transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (modificado de Tomazelli & Villwock, 2000). ....	36
Figura 14: Bacias da região hidrográfica do Guaíba. Fonte: FEPAM, 2013. ....	37
Figura 15: Gráfico com as medições diárias de nível realizada na Ilha da Pintada de 2012 a 2014 pela Defesa Civil (2014). ....	39
Figura 16: Representação Esquemática das oscilações de nível na lagoa, sob a ação de ventos NE (A) e SW (B). Em ambas as figuras a linha tracejada representa o comportamento da lagoa se não houvesse ligação com o oceano. Fonte: Adaptado de Möller Jr., 1999. ....	40
Figura 17: Práticas laboratoriais.....	45
Figura 18: Práticas laboratoriais.....	45
Figura 19: Práticas laboratoriais.....	46
Figura 20: Mapa setorizado da área de estudo com seus respectivos pontos amostrais. ....	48
Figura 21: Mapa do setor oceânico com seus pontos amostrais.....	49
Figura 22: Desembocadura da Laguna de Tramandaí.....	51
Figura 23: Distribuições granulométricas das amostras do setor oceânico. ....	56
Figura 24: Duna escarpada nos Concheiros do Albardão. ....	57
Figura 25: Areias polimodais na face de praia, Concheiros do Albardão.....	57
Figura 26: Mapa do setor lagunar estuarino com seus pontos amostrais.....	59
Figura 27: Areias gordas.....	60
Figura 28: Distribuições granulométricas para amostras do setor estuarino.....	60
Figura 29: Mapa do setor lagunar margem leste com seus pontos amostrais. ....	61
Figura 30: Distribuições granulométricas para amostras do setor margem leste. ....	63

Figura 31: Margem leste da Lagoa dos Patos.....	64
Figura 32: Distribuições granulométricas para amostras do setor margem oeste.....	68
Figura 33: Margem oeste da Lagoa dos Patos. ....	70
Figura 34: Acumulação de minerais pesados na margem oeste da Lagoa dos Patos.....	70
Figura 35: Areias polimodais da margem oeste da Lagoa dos Patos. ....	71
Figura 36: Praia de cascalho no Parque de Itapuã. ....	73
Figura 37: Praia do setor Guaíba com Embasamento cristalino adjacente. ....	73
Figura 38: Distribuições granulométricas para amostras do setor guaíba. ....	74

### III. Lista de siglas e símbolos

ANP: Agência Nacional do Petróleo.

BP: British Petroleum.

CARTAS SAO: Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo.

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

CLC-69: Civil Liability Convention.

CNP: Conselho Nacional do Petróleo.

CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IME: Índústrias Matarazzo de Energia.

ISL: Índice de Sensibilidade do litoral à óleo.

JCG: Japan Coast Guard.

MARPOL: Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios.

MMA: Ministério do Meio Ambiente.

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration.

OPRC: International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation.

PNC: Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo.

$\phi$ : Logaritmo negativo de base 2 da granulometria em milímetro.

$\sigma$ : Desvio padrão gráfico inclusivo.

LSC: Linha de costa de Santa Catarina.

LC: Linha de costa do Rio Grande do Sul.

MO: Margem oeste lagunar.

ME: Margem leste lagunar.

LP: Lagoa dos Patos.

#### IV. Lista de tabelas

Tabela 1: Consumo de óleo no mundo em kbd (mil barris/dia), dividido por regiões. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015. ....	11
Tabela 2: Consumo de óleo no Brasil em kbd (mil barris/dia). Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015.....	14
Tabela 3: Os 20 maiores derramamentos de óleo no mundo. Fonte: ITOPF, 2015.....	15
Tabela 4: ISL para ambientes costeiros e estuarinos proposto pelo MMA, 2007. Fonte: MMA. 2007. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo (Cartas SAO).....	23
Tabela 5: Etapas para elaboração das Cartas de Sensibilidade. Fonte: MMA, 2007. ....	25
Tabela 6: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor oceânico.....	50
Tabela 7: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor estuarino.....	59
Tabela 8: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor margem leste. ....	61
Tabela 9: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor margem oeste.....	65
Tabela 10: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor guaíba. ....	72

## 1. Introdução

A partir da Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX, as mudanças no processo produtivo marcaram também alterações nos modos de consumo da população mundial. Os combustíveis fósseis ganharam importância devido ao surgimento de motores de combustão interna. Atualmente eles são utilizados não somente na produção de gasolina e diesel, mas também na produção de plásticos, fármacos, fertilizantes, dentre uma infinidade de produtos que fazem parte da vida cotidiana social.

De acordo com dados da *Statistical Review of World Energy* (2015), o petróleo destaca-se como uma das principais fontes de energia utilizada pelo homem. Para saciar a demanda do consumo, as atividades da indústria petrolífera crescem e movimentam significativamente a economia do país.

O petróleo é oriundo da decomposição de restos orgânicos de animais e vegetais depositados em meio a sedimentos no fundo de lagos, mares e oceanos, os quais sofreram transformações químicas ao longo de milhares de anos. Sua composição química é uma combinação de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos), constituindo um composto inflamável de estado físico oleoso e de menor densidade que a água (GROTZINGER, JORDAN, SIEVER & PRESS, 2006).

A partir da consolidação da necessidade mundial do petróleo como fonte de energia para as sociedades, até os dias atuais, o crescimento exploratório destes combustíveis é inevitável. Porém, além da exploração, o transporte do produto em questão é de primordial importância para a sua comercialização. Os principais tipos de transporte dividem-se em transportes terrestres: ferroviário, rodoviário e dutoviário, e transportes aquaviários, que utilizam as vias hídricas para navegação (MILANELLI, 2011). Os desastres ocorrem principalmente devido a colisões de navios transportadores, rompimento de dutos, explosões em plataformas e acidentes envolvendo veículos transportadores (MILANELLI, 2011). Assim, os riscos de acidentes que envolvam derramamentos de hidrocarbonetos se intensificam, intensificando também a exposição do meio ambiente e do meio social a estas substâncias nocivas ao habitat natural e aos diferentes seres vivos.

Estendendo-se por boa parte das bacias sedimentares marítimas brasileiras, as atividades petrolíferas representam uma série de riscos aos ambientes marinho e costeiro. Dentro deste contexto inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental a derramamentos de óleo (Cartas SAO) como um importante instrumento para o planejamento de contingência e avaliação de danos causados por possíveis vazamentos (MMA, 2002). O conceito de sensibilidade pode ser compreendido pelo nível de estresse que um determinado ambiente irá gerar devido à ação de um tensor antrópico (MILANELLI, 2011) e a sensibilidade de cada ambiente varia em função de sua importância social, econômica, biológica e geomorfológica, estando relacionada ao potencial de degradação que o ecossistema possa vir a sofrer (ALENCAR, 2003).

O presente trabalho insere-se neste cenário através do projeto Cartas SAO Pelotas, o qual é responsável pela confecção do Atlas e das Cartas SAO da porção brasileira da bacia sedimentar marítima de Pelotas. A motivação para o desenvolvimento deste estudo surgiu através das saídas de campo do projeto, nas quais foram observadas características particulares dos ambientes e que não são consideradas pela metodologia do MMA para os mapeamentos, ao passo que tais características são relevantes para a classificação da real sensibilidade dos ambientes a derramamentos de óleo.

As características abordadas nesta pesquisa são referentes a dinâmica física da porção brasileira da bacia sedimentar marítima de Pelotas e incluem a granulometria das amostras sedimentares coletadas superficialmente nas faces de praias oceânicas, lagunares e estuarinas, bem como os processos hidrodinâmicos que expõem tais sedimentos no relevo. Desta forma, tal pesquisa tem como principal objetivo caracterizar granulometricamente as amostras sedimentares das praias, e juntamente com dados sobre a hidrodinâmica da área de estudo, apresentada em estudos precedentes, inferir um padrão deposicional geral. Por fim, contextualizar a dinâmica sedimentar das faces das praias com o método de classificação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), proposto pela metodologia oficial para a classificação da sensibilidade do litoral a óleo.

## **2. Referencial Teórico**

Segundo a BP Statistical Review of World Energy (2015), em 2013 foram produzidos em média 86754.00 kbd (mil barris/dia) de óleo no mundo. A produção de óleo é comandada

pelo Oriente Médio, seguido pela Europa e EUA, logo após por África e Ásia, por último nesta listagem estão a América do Sul e Central (figura 1 e tabela 1).

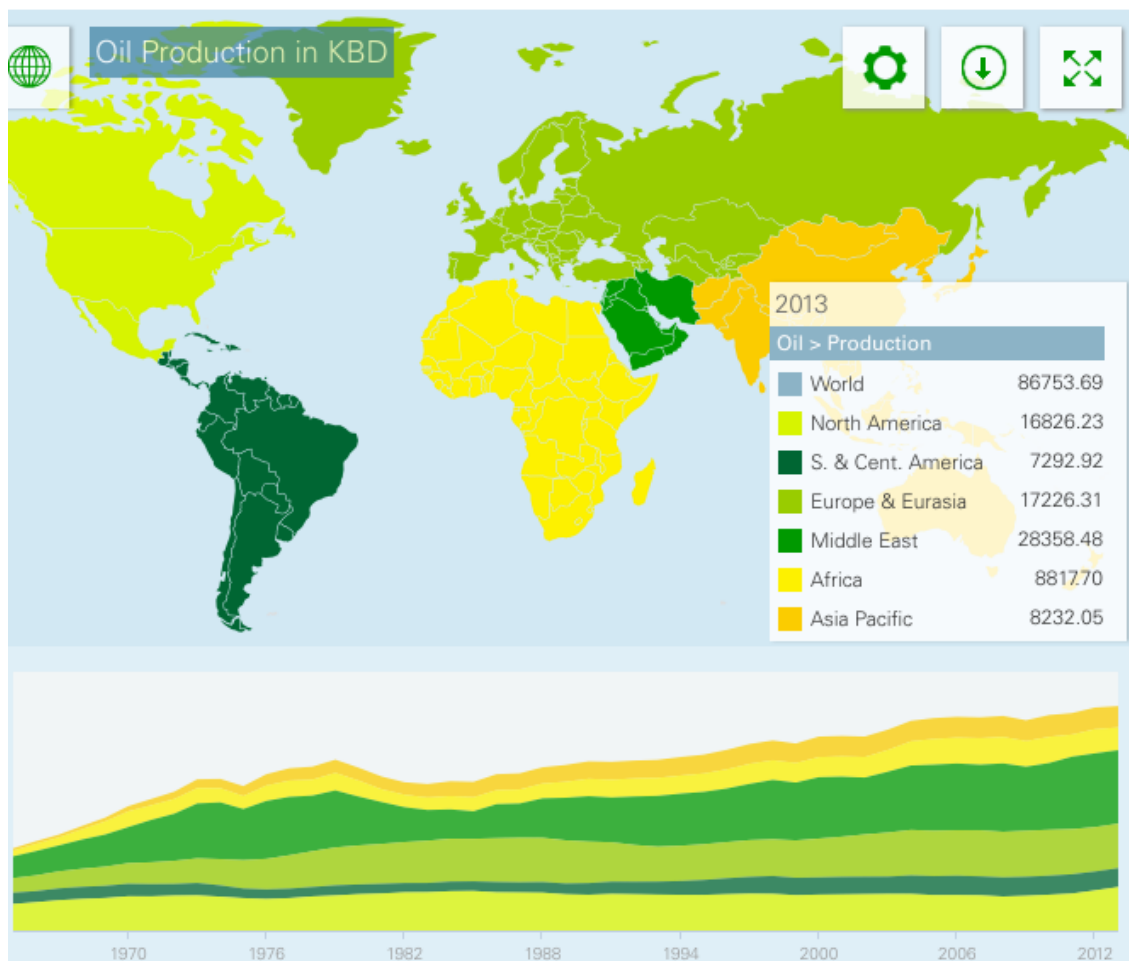


Figura 1: Produção de óleo no mundo em kbd (mil barris/dia), dividido por regiões. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015.



Tabela 1: Consumo de óleo no mundo em kbd (mil barris/dia), dividido por regiões. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015.

Região/Grupo	Unidade	2010	2011	2012	2013
Consumo de óleo na América do Norte	Kbd	23510.24	23328.92	22947.97	23291.67
Consumo de óleo na América do Sul e Central	Kbd	6155.45	6305.85	6477.61	6774.53
Consumo de óleo na Europa e na Eurásia	Kbd	19087.13	19009.10	18636.16	18645.02
Consumo de óleo no Oriente Médio	Kbd	7766.78	8003.96	8352.85	8525.59
Consumo de óleo na Ásia	Kbd	3478.78	3374.49	3519.50	3624.39
Consumo de óleo na África	kbd	27802.24	27802.24	29997.19	30469.69

Ao compararmos os dados de produção e de consumo de óleo nítido está que há regiões em que o consumo supera a produção, como por exemplo, na América do Norte e na Ásia. Este fato deve-se as diferentes potencialidades geológicas para a formação do petróleo (PETROBRÁS, 2006), e justifica a circulação da matéria prima em questão. O transporte ocorre através de embarcações, caminhões ou tubulações (oleodutos e gasodutos). No início deste século a metade da produção mundial de petróleo foi transportada por oceanos (fig. 2), cerca de 31,5 bilhões de galões/dia, com o Oriente Médio como maior exportador (CLARK, 2001).

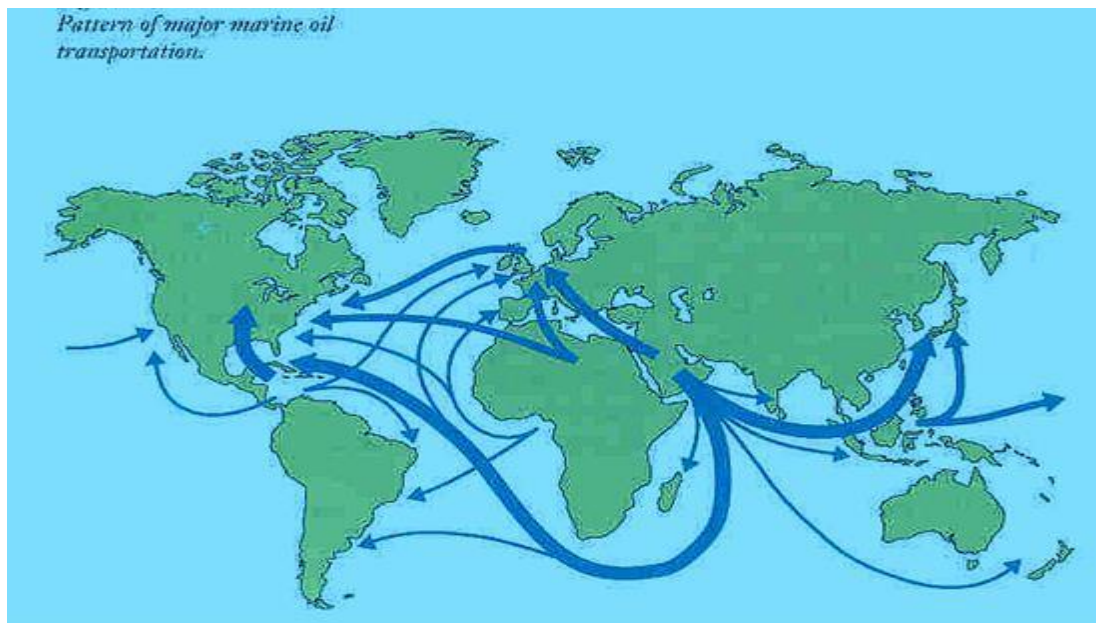


Figura 2: Padrão das maiores rotas de transporte de óleo no mundo. Fonte: Milanelli, 2012.

Com a dinâmica de transporte marítimo, o risco a incidentes por navios petroleiros e por meio de falhas operacionais durante atividades rotineiras de transferência de óleo nos portos e terminais, bem como acidentes envolvendo diretamente as plataformas marítimas na Exploração e Produção – E&P de Petróleo, aumenta significativamente (LIMA *et al*, 2008).

### 2.1. O cenário brasileiro de exploração do petróleo

A primeira vez em que se mencionou a exploração do petróleo no Brasil foi em 1864. Tratava-se do Decreto nº 3.352-A de 30 de junho daquele ano, que concedeu a Thomas Denny Sargeni a permissão pelo prazo de 90 anos para, por si mesmo ou por meio de uma companhia, a extração de turfa, petróleo e outros minerais nas comarcas de Camamu e Ilhéus, na província da Bahia (DIAS & QUAGLINO, 1993).

Desde então, com a crescente exploração por alguns países e a necessidade cada vez mais evidente dessa fonte energética, o governo brasileiro em abril de 1913, concedeu a The Anglo Mexican Petroleum Products Company Limited autorização para funcionar na República. A partir dessa concessão inúmeras companhias internacionais petrolíferas investiram na busca de hidrocarbonetos no país. Ao mesmo tempo em que se consolidava o comando sobre a importação dos derivados no Brasil por tais companhias estrangeiras,

tinha início no Congresso Nacional a discussão sobre o primeiro projeto especial do petróleo (DIAS & QUAGLINO, 1993).

As primeiras indústrias brasileiras de refino no país surgiram na década de 30, com destaque para a Destilaria Rio Grandense, a Ipiranga S.A. e a refinaria das Indústrias Matarazzo de Energia (IME), processando 150.500 barris por dia de petróleo bruto. Apesar de haver indústrias brasileiras iniciando-se no mercado petrolífero, foi a partir dos decretos nº 395 e 538 de abril e julho de 1938, respectivamente, que a União começou a ter o controle do setor. O primeiro decreto transformou em “serviço de utilidade pública” toda a atividade relativa ao setor petrolífero, sujeito à competência exclusiva do governo federal. Foi então criado um órgão específico: o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). O segundo decreto dava ao órgão o poder de fiscalizar e autorizar a exploração do petróleo apenas por brasileiros natos, além de cuidar das questões tributárias vinculadas às práticas (DIAS & QUAGLINO, 1993).

Em meio ao tumultuado cenário político da época, onde o militarismo dominava as ações governamentais, muitas foram às discussões sobre a exploração do petróleo no território nacional. Em 1952 o Estado brasileiro propôs um projeto que determinava o monopólio estatal sobre a indústria petrolífera, bem como a exclusão das refinarias privadas e da distribuição de derivados - controlada pelas multinacionais - do conjunto das atividades nacionalizadas. O projeto entrou em discussão final a partir de setembro de 1953 e sua redação final foi aprovada em 21 daquele mês. O então presidente Getúlio Vargas assinou o projeto em outubro de 1953 dando origem a estatal brasileira Petrobrás (DIAS & QUAGLINO, 1993).

Atualmente a Petrobrás se intitula como uma sociedade anônima de capital aberto, cujo acionista majoritário é a União Federal (representada pela Secretaria do Tesouro Nacional), atuando como uma empresa integrada de energia nos seguintes setores: exploração e produção, refino, comercialização, transporte, petroquímica, distribuição de derivados, gás natural, energia elétrica, gás-química e biocombustíveis. Considerada líder do setor petrolífero no país e a nona maior companhia de energia do mundo, além de explorar as bacias sedimentares terrestres, também é considerada pioneira na exploração do pré-sal encontrado em bacias marítimas (offshore) (PETROBRÁS, 2015).

Nota-se (fig.3) que a produção de óleo se mantém estável até a década de 80, sendo que o posterior aumento se dá devido ao início das explorações nas bacias sedimentares marítimas brasileiras (DIAS & QUAGLINO, 1993). A exploração marítima não apenas impulsiona a economia nacional, como também aumenta significativamente os riscos de contaminação do ambiente aquático e costeiros adjacentes as plataformas petrolíferas.

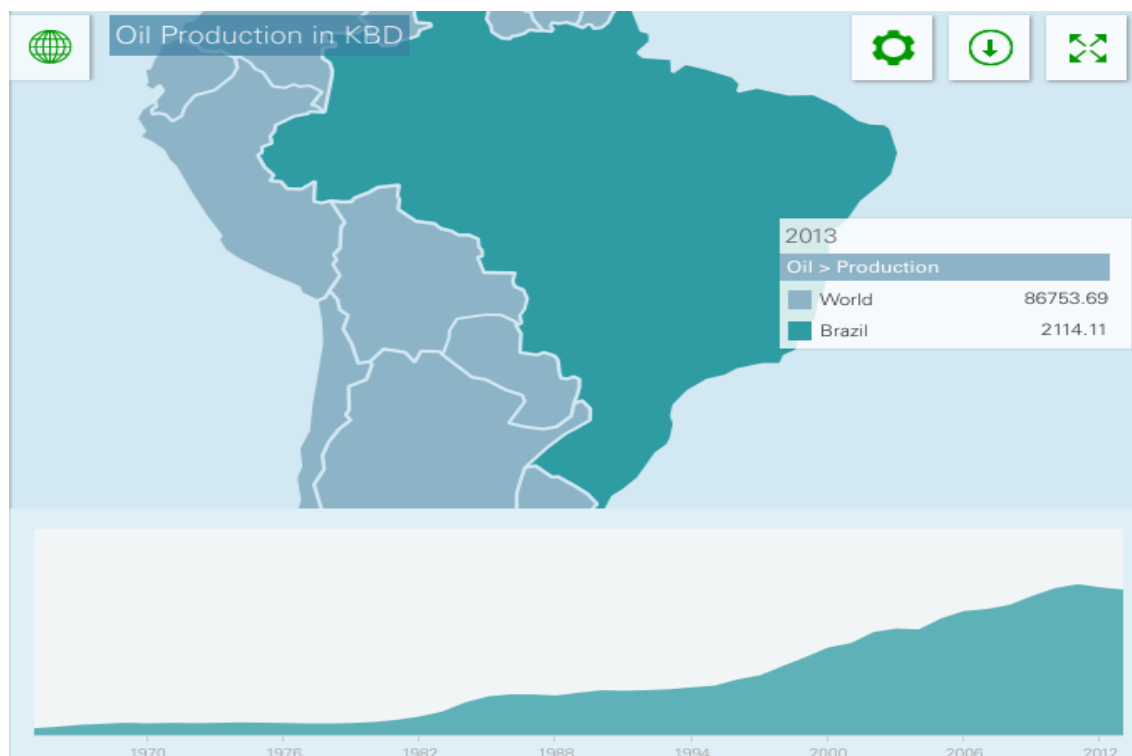


Figura 3: Produção de óleo no Brasil em kbd (mil barris/dia) em 2013 e seu crescimento desde a década de 1970. Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015.

Tabela 2: Consumo de óleo no Brasil em kbd (mil barris/dia). Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015.

Região/Grupo	Unidade	2010	2011	2012	2013
Consumo de óleo no Brasil	Kbd	2669.12	2730.45	2807.01	2972.53
Produção de óleo no Brasil	Kbd	2137.41	2192.91	2149.01	2114.11

A exemplo de outras regiões, mencionadas anteriormente, o consumo de óleo no país também excede a produção (tabela 2), necessitando cada vez mais de importações. Este fato representa uma maior circulação da matéria prima vinda do exterior, o que acarreta

fluxos mais intensos no transporte, intensificando os riscos de derrames de hidrocarbonetos.

## 2.2. Histórico de derramamentos de óleo e os efeitos no meio ambiente

O incidente com óleo é definido como qualquer forma de liberação do óleo para o ambiente, decorrente de fato ou ação intencional ou acidental que ocasione risco potencial, dano ao meio ambiente ou à saúde humana (Lei nº 9966/00) (BRASIL, 2000).

De acordo com informações da International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF), em um acidente de maiores proporções o impacto ambiental de curto prazo pode ser severo, atingindo o ecossistema e a população próxima a área contaminada, afetando seus meios de subsistência e prejudicando sua qualidade de vida. Em seus dados constam os maiores derrames de óleo até o presente momento, espacializados graficamente na figura 4, e mais detalhadamente na tabela 3.

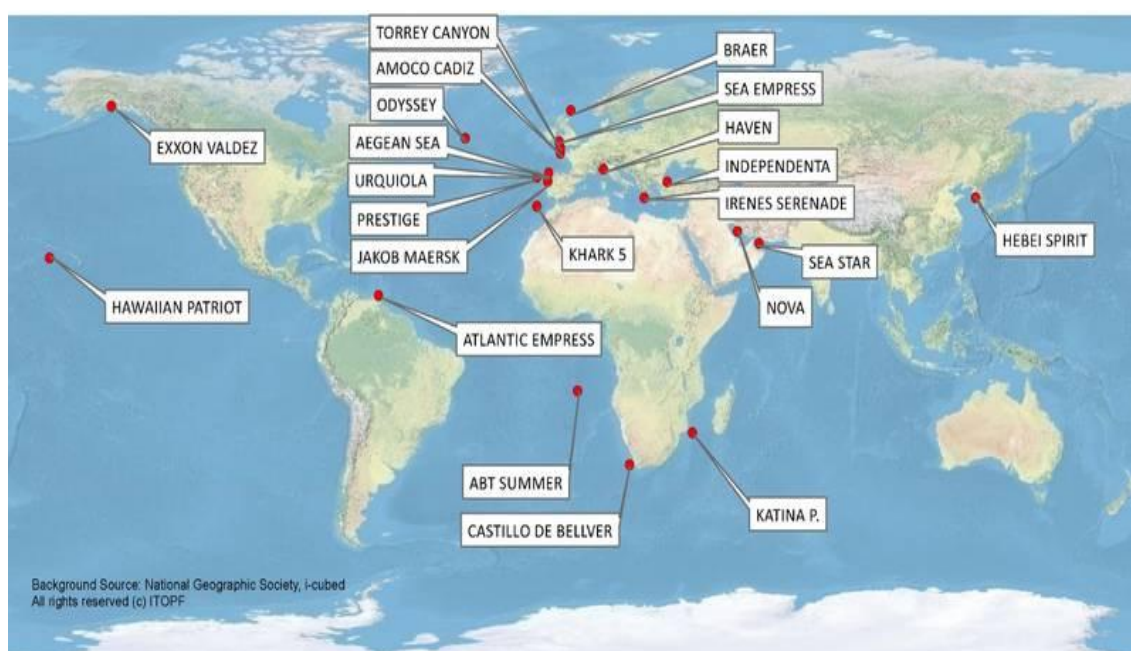


Figura 4: Mapa dos 20 maiores incidentes com petroleiros. Fonte: International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF), 2015.

Tabela 3: Os 20 maiores derramamentos de óleo no mundo. Fonte: ITOPF, 2015.

Posição	Nome do navio	Ano	Localização	Tamanho do derrame (toneladas)
1	Atlantic Empress	1979	Ao largo de Tobago, Índias	287,000

ocidentais				
<b>2</b>	ABT Summer	1991	700 milhas náuticas ao largo de Angola	260,000
<b>3</b>	Castillo de Bellver	1983	Ao largo da Baía Saldanha, África do Sul	252,000
<b>4</b>	Amoco Cadiz	1978	Ao largo da Bretanha, França	223,000
<b>5</b>	Haven	1991	Genova, Itália	144,000
<b>6</b>	Odyssey	1988	700 milhas náuticas ao largo de Nova Scotia, Canadá	132,000
<b>7</b>	Torrey Canyon	1967	Ilhas de Scilly, Reino Unido	119,000
<b>8</b>	Sea Star	1972	Golfo de Oman	115,000
<b>9</b>	Irenes Serenade	1980	Baía de Navarino, Grécia	100,000
<b>10</b>	Urquiola	1976	La Coruña, Espanha	100,000
<b>11</b>	Hawaiian Patriot	1977	300 milhas náuticas ao largo de Honolulu	95,000
<b>12</b>	Independenta	1979	Bósforo, Turquia	94,000
<b>13</b>	Jakob Maersk	1975	Oporto, Portugal	88,000
<b>14</b>	Braer	1993	Ilhas de Shetland, Reino Unido	85,000
<b>15</b>	Aegean Sea	1992	La Coruña, Espanha	74,000
<b>16</b>	Sea Empress	1996	Milford Haven, Reino Unido	72,000
<b>17</b>	Khark 5	1989	120 milhas náuticas ao largo da costa Atlântica de Marrocos	70,000
<b>18</b>	Nova	1985	Ao largo das Ilhas Kharg, Golfo do Iran	70,000
<b>19</b>	Katina P	1992	Ao largo de Maputo, Moçambique	67,000
<b>20</b>	Prestige	2002	Ao largo de Galicia, Espanha	63,000
<b>35</b>	Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska, EUA	37,000
<b>131</b>	Hebei Spirit	2007	Coreia do Sul	11,000

No Brasil, o incidente mais marcante ocorreu em 2000 na Baía de Guanabara, resultando em 1,3 milhões de litros de óleo cru emitidos ao ambiente causando grandes danos aos manguezais, praias e à população de pescadores (MARINHO, 2012).

Apesar dos números citados (tab. 3), os derramamentos de óleo apresentam uma diminuição ao longo do tempo, embora o transporte por embarcações siga uma tendência de crescimento (fig.5). Segundo a ITOPF (2015), este fato deve-se ao maior rigor adotado pelas políticas públicas em relação às empresas responsáveis pelas atividades petrolíferas.

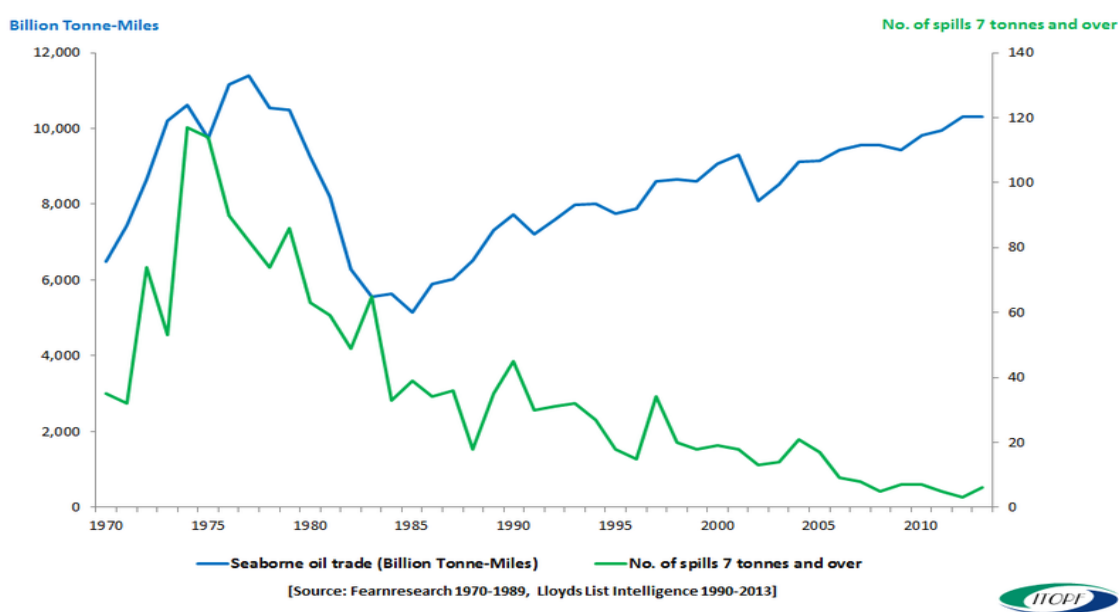


Figura 5: Transporte marítimo de hidrocarbonetos vs. Derrames dos mesmos. Fonte: ITOPF, 2015.

Os dados apresentados (tab. 3) sobre os incidentes com hidrocarbonetos referem-se a grandes derrames, sendo que no período 1970-2014, 50% destes ocorreram enquanto os navios estavam navegando em águas abertas. Durante este tipo de operação, 59% foram causados por colisões e encalhes. Estas mesmas causas representaram uma porcentagem ainda maior de incidentes quando a embarcação estava navegando em águas interiores ou restritas, sendo ligada a cerca de 99% dos derrames (ITOPF, 2015). Porém, essas não são as únicas maneiras de emissão de tais substâncias, elas também entram em contato com os ambientes através de esgotos e drenagem urbana, afloramentos naturais, plataformas de produção, atividades ligadas aos terminais e portos, acidentes/naufrágios e fontes atmosféricas (fig. 6).

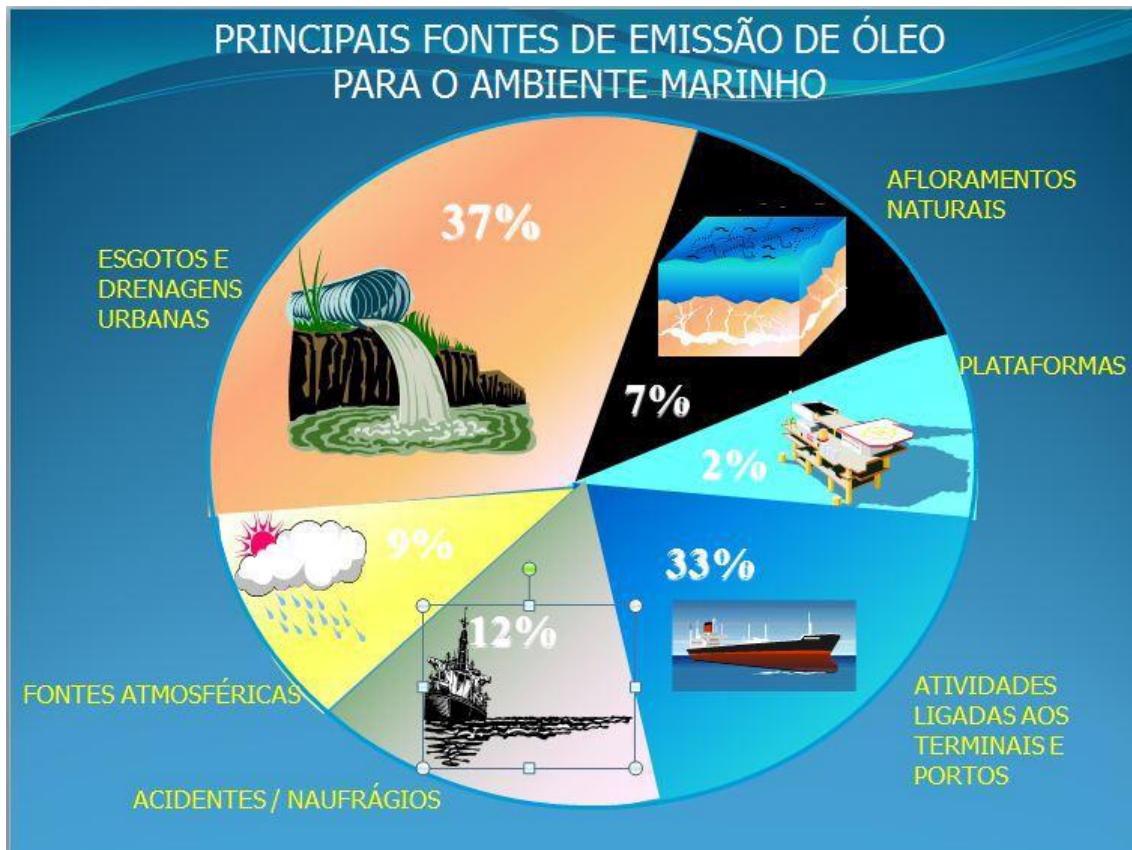


Figura 6: Principais fontes de emissão de óleo para o ambiente marinho. Fonte: Milanelli, 2012.

O comportamento do óleo, ao entrar em contato com o ambiente aquoso, consiste em espalhamento horizontal pela influência dos ventos, marés, ondas e correntes. Ainda na superfície, os compostos voláteis sofrem evaporação e passam então para a atmosfera. Outro processo é a dissolução, na qual os compostos deixam a superfície e migram para a coluna d'água, por último a dispersão que é responsável por fragmentar a mancha de óleo em gotículas. Este último pode ser acelerado através da aplicação de dispersantes ou por ação mecânica, como a passagem de embarcações sobre a mancha. A movimentação da camada superficial de água provoca a incorporação de moléculas de água às moléculas de hidrocarboneto, chamado de emulsificação, formando emulsão água-óleo. Portanto, quanto mais rápida for a ação de resposta para a contenção da mancha de óleo, menor será o espalhamento e a probabilidade dos outros processos ocorrerem também é amenizada (CETESB, 2007).

Por fim, os hidrocarbonetos interagem com a radiação causando um aumento no teor de oxigênio (oxidação/foto-oxidação), o que torna o óleo mais tóxico e solúvel em água, passando da superfície para a coluna d'água. Desta forma, os componentes mais pesados



do óleo, não solúveis em água, aderem às pequenas partículas inorgânicas e materiais sólidos flutuantes tendendo ao processo de sedimentação. O último processo é a degradação natural (biodegradação) realizada por fungos e bactérias aderidos nos sedimentos, superfície, coluna d'água, e nos demais ambientes como praias, mangues e costões. (CETESB, 2007).

### **2.3. Legislação brasileira**

A atual legislação brasileira sobre o setor petrolífero foi baseada em convenções internacionais como a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC/69), a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (MARPOL 73/78) e a Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em Casos de Poluição por Óleo (OPCR/90), as quais mantêm o compromisso de possuir uma estrutura nacional de combate à poluição por óleo, através da prevenção, controle e fiscalização para a proteção do ambiente aquático (WALLY, 2015).

Em 1969, após o acidente com o navio Torrey Canyon, foi realizada em Bruxelas a *Civil Liability Convention (CLC-69)*, com o objetivo de estabelecer os limites da responsabilidade civil por danos causados a terceiros, sua aplicabilidade é destinada aos casos de poluição por óleo causada por navios petroleiros dos países signatários dessa convenção. No Brasil a aplicação da CLC-69 foi regulamentada apenas 10 anos depois, tornando-se signatário a partir do Decreto 83.540/79 (MARINHO, 2012).

A MARPOL 73/78 foi realizada em 1973 e atualizada através do protocolo de 1978. Tal convenção inseriu medidas de prevenção para poluentes emitidos por navios, como: realizar vistorias periódicas nas embarcações; comprometimento dos países signatários em assegurar a instalação de equipamentos seguros para recebimento da descarga de resíduos de óleo e misturas oleosas; obrigatoriedade de possuir o livro de registro do óleo com todas as movimentações de óleo, lastro e demais misturas oleosas, tendo o Brasil como signatário apenas em 1998 com o Decreto 2.508/98 (WALLY, 2015).

A OPRC 90 pode ser considerada a convenção com a maior efetividade nas medidas propostas para a prevenção de contaminação por óleo, pois além de atribuir

responsabilidades à navios e plataformas, ela incluiu as instalações portuárias nas medidas. Tais medidas responsabilizam os Estados sobre a exigência e fiscalização de planos individuais de emergência por parte dos responsáveis pelas instalações que manuseiem hidrocarbonetos e derivados. Também acordam que os países devem possuir um sistema de resposta aos acidentes através de um plano nacional de contingência e um plano internacional. Estas resoluções incentivaram publicações sobre os impactos do óleo nos ambientes além dos mapeamentos de sensibilidade ao redor do mundo (MICHEL, 1994; O’SULLIVAN & JACQUES, 2001; IPIECA, 2012, TORTELL, 1992). Tal convenção foi impulsionada após o acidente com o navio Exxon Valdez, no Alasca em 1989 e instituída no Brasil com o Decreto 2.870 em 1998 (MARINHO, 2012).

Uma das maiores contribuições em termos de políticas públicas brasileiras, para fins de gerenciamento costeiro e no campo do Direito Ambiental, foi à formulação da Lei do Óleo (lei 9966/00), a qual determina os procedimentos a serem tomados na movimentação de óleo ou outras substâncias nocivas em águas sob jurisdição nacional. Estas determinações aplicam-se às embarcações e plataformas nacionais ou estrangeiras, portos, instalações portuárias e dutos (BRASIL, 2000).

Através desta lei ficou delegado ao órgão federal do meio ambiente, Ministério do Meio Ambiente (MMA), consolidar os planos de contingência locais e regionais na forma do Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional (PNC), em articulação com os órgãos da defesa civil. A este órgão também cabe definir a localização e os limites das áreas ecologicamente sensíveis e estabelecer as diretrizes para o mapeamento dessas áreas, de forma a subsidiar a gestão e o controle das áreas costeiras e marinhas sensíveis a derramamentos de óleo (MMA, 2007).

O PNC foi instituído através do Decreto Nº 8.127/2013 (BRASIL, 2013), o qual determina a estrutura organizacional, a mobilização e os instrumentos do plano. No artigo 21 são descritos os instrumentos do Plano Nacional, entre eles: “I - cartas de sensibilidade ambiental ao óleo e outros dados ambientais das áreas atingidas ou em risco de serem atingidas”. Tanto na resolução CONAMA 398 quanto no Decreto Nº 4871/2003 (BRASIL, 2003) os mapeamentos de sensibilidade do ambiente devem ser elaborados conforme as

especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo - Cartas SAO, formuladas e publicadas pelo MMA (MMA, 2007).

#### **2.4. Metodologia Oficial**

As convenções e as políticas públicas apresentadas acima, criadas após incidentes com óleo de grandes proporções, destinaram a responsabilidade aos órgãos governamentais sobre o mapeamento e a implementação de medidas que avaliem a sensibilidade ambiental dos ambientes susceptíveis a riscos de contaminação, também é de responsabilidade destes órgãos fiscalizar as ações respostas aos incidentes.

No Brasil o órgão responsável é o MMA que em parceria com o IBAMA- responsável direto pelo controle ambiental e licenciamento das atividades petrolíferas- e juntamente com a Agência Nacional do Petróleo (ANP)-órgão regulador do setor petrolífero- publicou as *"Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade a Derramamentos de Óleo nas Águas Jurisdicionais Brasileiras"* com o objetivo de padronizar e orientar a confecção dos referidos mapeamentos (MMA, 2007).

Além do Brasil, nos EUA (NOAA- National Oceanic and Atmospheric Administration), Japão (JCG- Japan Coast Guard) entre outros países, a responsabilidade da elaboração de cartas de sensibilidade é dos órgãos governamentais.

Deste modo, as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo (Cartas SAO) começaram a ser elaboradas na década de 70 no Golfo do México e desde então são elaboradas em diversos países, utilizando metodologias próprias adaptadas aos diferentes ambientes. Países como EUA, Austrália, Bermudas, Canadá, Egito, México, Noruega, Japão e Venezuela já tem todo o seu litoral mapeado. No Brasil a elaboração oficial das Cartas SAO começou somente a partir de 2003, seguindo a metodologia do MMA (MARINHO, 2012).

As Cartas SAO são utilizadas como ferramenta nos Planos de Contingência, nas operações de combate a derramamentos de óleo e no planejamento ambiental, a partir da avaliação de recursos que possam estar em perigo, auxiliando na definição de locais de instalação de empreendimentos para a indústria do petróleo (VASCONCELOS, 2010).

As cartas das bacias sedimentares marítimas devem ser organizadas em Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo e devem atender a todos os níveis de derramamentos de óleo, que consolidados de acordo com um plano cartográfico, definem as prioridades do mapeamento (MMA, 2007), e são compostas basicamente por:

- ✓ Cartas estratégicas (de abrangência regional/bacia marítima).
- ✓ Cartas táticas (de escala intermediária/recobrimdo todo o litoral da bacia).
- ✓ Cartas operacionais ou de detalhe (locais de alto risco/sensibilidade).

Estes atlas devem conter informações biológicas, socioeconômicas e geomorfológicas sobre os ecossistemas costeiros. Tais informações são apresentadas de maneiras distintas. Os recursos biológicos e socioeconômicos são expressos na forma de ícones, indicando a existência de espécies e atividades que possam ser impactadas em caso de incidente com óleo (fig.7). Enquanto que as características geomorfológicas são mais bem detalhadas, pois constituem a principal informação contida no Atlas, e são apresentadas em um Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) (tab.4).

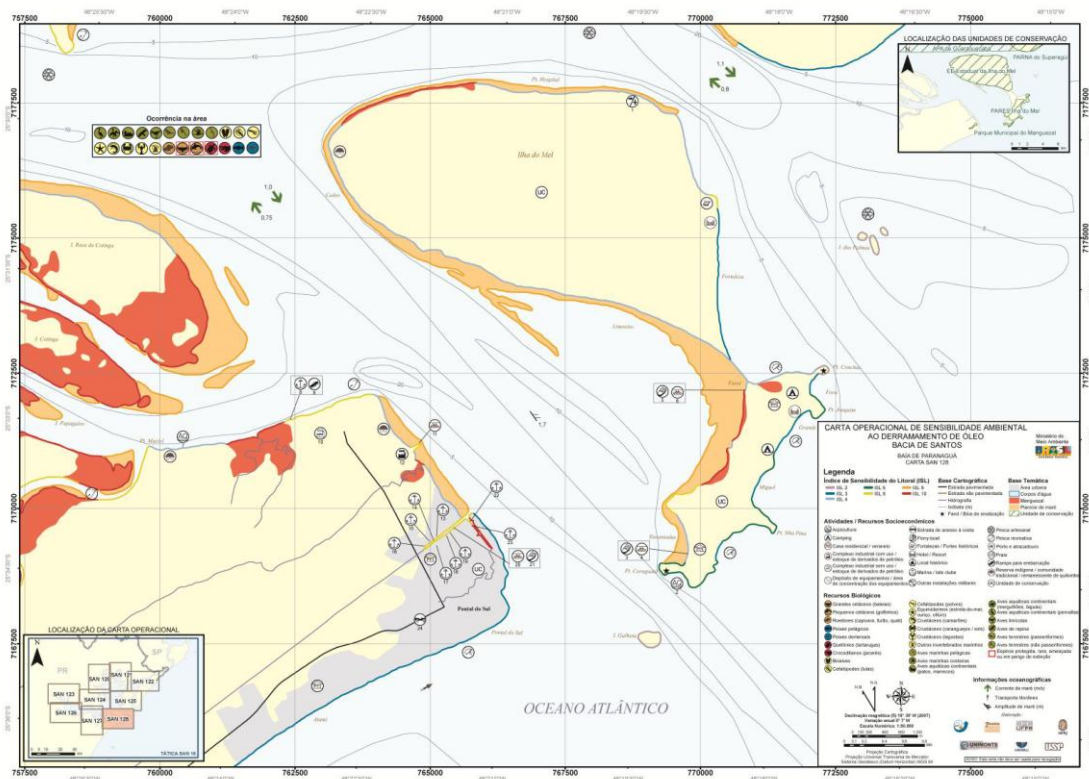




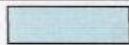


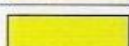




Figura 7: Carta operacional da Ilha do Mel (PR). Fonte: Atlas de Sensibilidade Ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos, MMA 2007.

Tabela 4: ISL para ambientes costeiros e estuarinos proposto pelo MMA, 2007. Fonte: MMA, 2007. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo (Cartas SAO).

COR	ÍNDICE	CÓDIGO			TIPOS DE COSTA
		R	G	B	
	ISL 1	119	38	105	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costões rochosos lisos.</li> <li>• Falésias em rochas sedimentares.</li> <li>• Estruturas artificiais lisas.</li> </ul>
	ISL 2	174	153	191	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terraço, plataforma de abrasão ou terraço arenítico exumado, de declividade média, exposto.</li> </ul>
	ISL 3	0	151	212	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praias dissipativas, de areia fina a média, expostas.</li> <li>• Praias de areia fina a média, abrigadas.</li> <li>• Restingas – faixa contígua à praia, ainda sujeita à ação de ressacas.</li> </ul>
	ISL 4	146	209	241	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praias de areia grossa.</li> <li>• Praias intermediárias, de areia média a fina, expostas.</li> </ul>
	ISL 5	152	206	201	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praias mistas de cascalho e areia, areia e conchas, ou areia e corais.</li> <li>• Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou coberto de vegetação.</li> </ul>
	ISL 6	0	149	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praias de cascalho (seixos e calhaus).</li> <li>• Depósito de tálus.</li> <li>• Enrocamentos ("rip-rap", quebra-mar) expostos.</li> <li>• Plataforma ou terraço recoberto por concreções lateríticas ou bioconstrucionais.</li> </ul>
	ISL 7	214	186	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planície de maré arenosa exposta.</li> <li>• Terraço de baixa-mar.</li> </ul>
	ISL 8	225	232	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escarpa / encosta de rocha lisa abrigada.</li> <li>• Escarpa / encosta de rocha não-lisa abrigada.</li> <li>• Enrocamentos abrigados.</li> </ul>
	ISL 9	248	163	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planícies de maré arenosa / lamosa abrigada.</li> <li>• Terraço de baixa-mar lamoso abrigado.</li> </ul>
	ISL 10	214	0	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas.</li> <li>• Marismas.</li> <li>• Manques e pântanos costeiros.</li> </ul>

O Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) considera somente características geomorfológicas dos litorais. A metodologia para sua elaboração foi adaptada de Araújo (2000) com base na metodologia da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) e segue as "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO)" (MMA, 2007).

Segundo o MMA (2007) a classificação do ISL é traduzida em uma escala de 1 a 10, expressando a sensibilidade relativa da costa ao impacto causado pelo contato com a mancha de óleo, quanto menos sensível o ambiente, menor o seu índice. A classificação é

aplicada aos ambientes após a avaliação do grau de exposição do litoral à energia de ondas e marés, declividade do litoral, tipo de substrato e, sensibilidade e produtividade da biota.

O grau de exposição à energia de ondas e marés determinará o tempo de permanência do óleo, em ambientes altamente energéticos o tempo de permanência do óleo tende a ser menor do que ambientes de menor energia (abrigados), pois a dinâmica das ondas e correntes quando elevada podem limpar naturalmente o ambiente e afastar o óleo, minimizando seus efeitos (MMA, 2007).

As variações das marés influenciam a largura e o posicionamento da face da praia, local onde a mancha de óleo atingirá caso haja algum incidente (MMA, 2007).

Em relação à declividade do litoral, estas podem ser classificadas como alta (maior que 30°), moderada (entre 30° e 5°) e pequena (menor que 5°), determinando a área de contato com o óleo. Assim, faces de praia com maior declividade terão menores áreas de contato e faces com menor declividade terão suas áreas de contato aumentadas, permitindo o espalhamento do óleo por maiores distâncias (MMA, 2007).

Por fim, o tipo de substrato estabelece uma correlação direta com a infiltração e, portanto, com a permanência do óleo. Em substratos inconsolidados, como as praias arenosas, quanto maior o diâmetro dos grãos maior será a penetração. Em praias de cascalho a penetração de óleo pesado por chegar a até um metro e os substratos consolidados tendem a ser impermeáveis (MMA, 2007).

Dentre todas as bacias sedimentares brasileiras, cinco bacias já se encontram mapeadas, tendo seus respectivos Atlas e Cartas já publicados ou em fase final de publicação: Ceará-Potiguar, Sergipe-Alagoas-Pernambuco-Paraíba, Sul da Bahia, Espírito Santo e Santos ([www.saopelotas.furg.br](http://www.saopelotas.furg.br)).

## **2.5. O Projeto Cartas SAO Pelotas**

Buscando completar o mapeamento do litoral brasileiro, o Ministério do Meio Ambiente, em parceria com o CNPq, publicou o edital 22/2011, para a elaboração das cartas e atlas de quatro bacias: Amazonas, Maranhão-Barreirinhas, Campos e Pelotas.

Neste contexto, a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), por meio do Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG/IO/FURG), apresentou um projeto de mapeamento da bacia de Pelotas, tendo como parceiros o Laboratório de Gerenciamento Costeiro da FURG e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O mapeamento de sensibilidade ambiental da Bacia de Pelotas - Cartas SAO Pelotas tem previsão de finalização para 2015 e seu conteúdo consiste no Atlas de Sensibilidade Ambiental, banco de dados geográficos da bacia e conjunto de cartas nas três escalas de mapeamento. É importante ressaltar que os dados obtidos para a produção da presente monografia são advindos deste projeto.

De forma geral, o roteiro metodológico (tab. 5) para a confecção das cartas SAO encontra-se resumido abaixo (MMA, 2007).

Tabela 5: Etapas para elaboração das Cartas de Sensibilidade. Fonte: MMA, 2007.

**ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DE CARTAS DE SENSIBILIDADE**

ETAPA	DESCRIÇÃO
<b>1. Organização do projeto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Determinação do escopo do trabalho, área de estudo, nº de folhas, tipos de cartas, escalas, etc.</li> <li>■ Obtenção/ preparação da base cartográfica a ser utilizada.</li> </ul>
<b>2. Levantamento dos dados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Organização, sistematização e consolidação das informações existentes sobre ecossistemas e habitats costeiros e marinhos, e sua sensibilidade a derramamentos de óleo; recursos biológicos (com sua concentração, sazonalidade, fases especiais do ciclo de vida, etc.); atividades socioeconômicas; e dados de resposta a derramamentos de óleo.</li> <li>■ Identificação das lacunas de conhecimento.</li> </ul>
<b>3. Aquisição dos dados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Impressão (disponibilização) das cartas obtidas para uso em campo;</li> <li>■ Coleta dos dados (dados de campo sobre ISL, recursos biológicos e atividades socioeconômicas);</li> <li>■ Digitalização dos dados (preenchimento das planilhas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- pontos de observação;</li> <li>- polígonos (áreas) de dados biológicos;</li> </ul> </li> </ul>
<b>4. Preparação da base cartográfica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Digitalização das cartas de campo (incluindo segmentos de costa e polígonos de água e terra);</li> <li>■ Digitalização das folhas das cartas (definidas pelo projeto);</li> </ul>
<b>5. Preparação da base de dados digital</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Conversão (automática) dos dados das planilhas para a base de dados;</li> <li>■ Revisão e edição dos dados.</li> </ul>
<b>6. Produção das cartas SAO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Impressão das folhas;</li> <li>■ Inclusão de textos, legenda, ícones, polígonos e tabelas de dados.</li> </ul>

Os objetivos esperados a serem atingidos pelo projeto Cartas SAO – Bacia de Pelotas são:

- Cartas de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo (Cartas SAO), em papel e meio digital, para a Bacia de Pelotas, nos níveis de detalhamento estratégico, tático e operacional, conforme as Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas são para Derramamentos de Óleo (MMA, 2007);
- Modelo de Bancos de Dados Geográficos (BDG) estruturado conforme as Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas são para Derramamentos de Óleo (MMA, 2007);
- Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia de Pelotas conforme as Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas são para Derramamentos de Óleo (MMA, 2007).

Maiores detalhes sobre a equipe, resultados e metodologia referente a este projeto podem ser obtidas em [www.saopelotas.furg.br](http://www.saopelotas.furg.br).

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como principal objetivo contribuir com o estudo granulométrico das faces de praias oceânicas, lagunares e estuarinas da porção brasileira da bacia de Pelotas e contextualizar estas características granulométricas em conjunto com informações sobre a hidrodinâmica e morfodinâmica da área de estudo com o método oficial de classificação da sensibilidade para o mapeamento dos ambientes proposto pelo MMA.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Processamento das amostras sedimentares coletadas no campo em laboratório;
- ✓ Obtenção dos parâmetros granulométricos das amostras processadas em laboratório;
- ✓ Análise dos dados granulométricos no contexto do método de classificação oficial proposto pelo MMA;
- ✓ Estruturação de um banco de dados granulométricos das faces de praias da Bacia de Pelotas, o qual será destinado ao Projeto Cartas SAO da Bacia Sedimentar de Pelotas;



- ✓ Produção de uma litoteca com as amostras sedimentares das faces de praias oceânicas, estuarinas e lagunares, a qual será destinada ao banco de dados do projeto Cartas SAO Pelotas.

### **3.3. Justificativa**

O presente trabalho justifica-se pelo fato de que o método utilizado para a definição do ISL (método oficial do MMA) está embasado em análises de amostras sedimentares uniformes. A área de estudo abordada nesta pesquisa, por sua vez, apresenta uma variação significativa de amostras bimodais e polimodais, principalmente em praias lagunares. Dessa forma, torna-se importante estabelecer as relações entre estes tipos de praias e os índices previamente estabelecidos pelo MMA, contribuindo desta forma ao seu aperfeiçoamento.

### **4. Área de estudo**

Este trabalho tem como área de estudo a linha de costa da porção brasileira da bacia sedimentar de Pelotas, juntamente com segmentos praias das margens do sistema lagunar Patos-Guaíba (fig. 8). Por definição a Bacia de Pelotas localiza-se no extremo sul da margem continental brasileira, entre a latitude 28°30'S (Cabo de Santa Marta- SC), ao norte, 34°S (Barra do Chuí- encontro com águas jurisdicionais uruguaias), ao sul. Seus limites geológicos são o Alto de Florianópolis (norte) e o Alto de Polônio (sul), na plataforma continental do Uruguai. A porção brasileira da bacia abrange área de, aproximadamente, 210.000 km<sup>2</sup> entre a costa e a cota batimétrica de 2000m. A classificação geológica define uma região em que a placa tectônica sofreu um processo de subsidência e passou a receber, acumular e preservar os sedimentos (SILVEIRA, 2004).

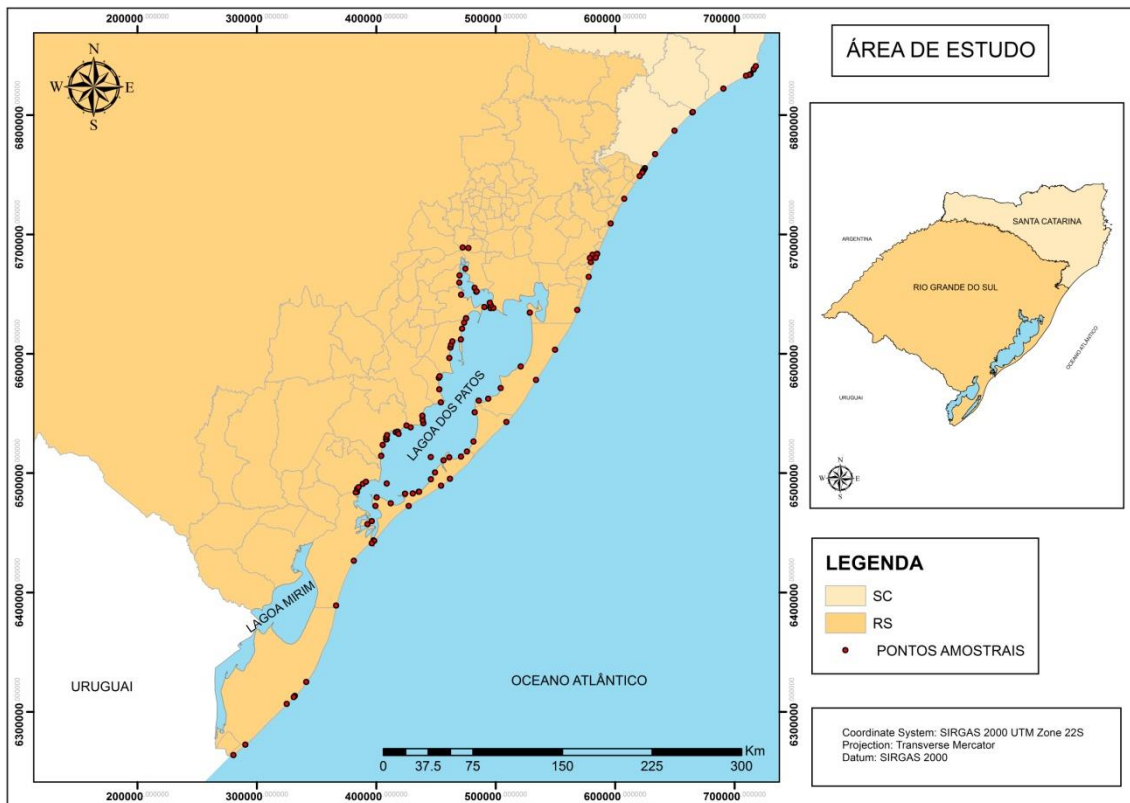


Figura 8: Mapa de localização da área de estudo com os pontos amostrais.

Devido as características geológicas da bacia, tal área apresenta uma unidade geomorfológica bem definida, a planície costeira do sul do país. Resultante das dinâmicas tectônicas, hidrográficas, intempéricas, oceanográficas e sedimentares, a planície é resultante de quatro principais estruturas, expressas graficamente (fig.9) abaixo. O litoral do estado de Santa Catarina é caracterizado como recortado por praias de enseadas e pontais rochosos cristalinos, oriundos da Serra do Mar, e que são subsidiados por uma Plataforma Continental mais curta, profunda e com altos declives (Dillenburg, 1994). Porém, a porção da linha de costa catarinense abrangida pela bacia de Pelotas, com exceções no Cabo de Santa Marta- SC (escudo cristalino), mantém uma conformidade geomorfológica com a continuação do segmento retilíneo arenoso e de baixos declives que compõe a planície costeira do Rio Grande do Sul.

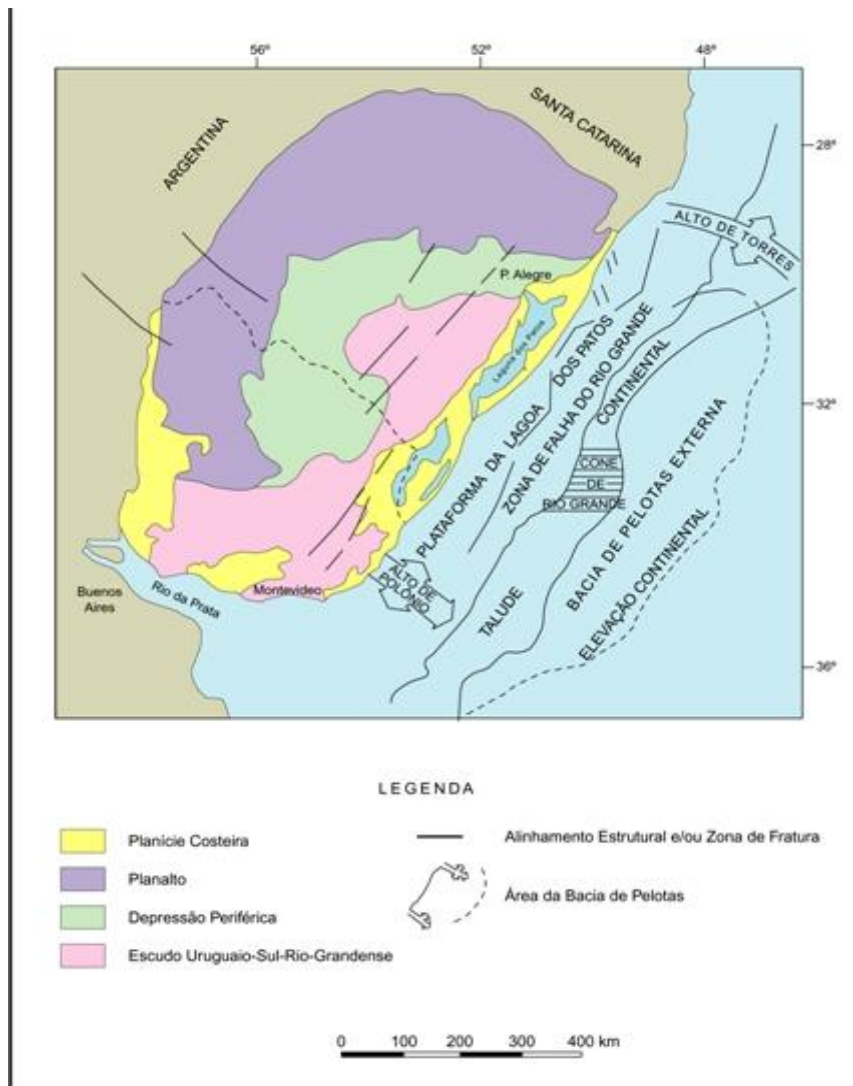


Figura 9: Fisiografia e principais estruturas da Bacia de Pelotas e a área continental adjacente. Fonte: Modificado de Urien & Martins, 1978, apud Dillenburger, 1994.

A planície costeira do Rio Grande do Sul tem como sua base uma plataforma continental extensa, rasa e de baixo declive, retrabalhada constantemente pelas dinâmicas oceanográficas, como ondas e correntes. É caracterizada por uma extensa costa exposta, arenosa quartzosa, com aproximadamente 640 km, formando o sistema deposicional barreira-laguna, datado de períodos pleistoceno e holoceno. O substrato desta região é composto por sedimentos praias, eólicos e lacustres estendendo-se de Torres até o Chuí (Nicolodi, 2002).

Quatro aberturas permanentes promovem o encontro de águas continentais com águas marinhas, e nelas desembocam o Rio Mampituba no limite Norte do estado, a Lagoa de Tramandaí responsável por toda a drenagem do Litoral Norte, a Barra do Rio Grande para

a Laguna dos Patos, no Litoral Sul, e o Arroio Chuí no limite Sul. É caracterizada também por abrigar um conjunto de lagoas costeiras definido como Sistema Patos-Mirim, orientada no sentido NE-SW e caracterizada por depósitos quaternários inconsolidados (BAITELLI, et. al. 2009).

#### **4.1. Clima**

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima regional é subtropical úmido. Caracterizado pela variação sistemática dos elementos meteorológicos, como temperatura, pluviosidade e dinâmica eólica, ao longo das estações do ano, decorrentes da atuação de massas de ar tropical marítimo, mais frequente na primavera e no verão e massas de ar polar marítima, que predominam no outono e inverno (ATLAS EÓLICO DO RS, 2012).

A dinâmica eólica é comandada pelo regime de ventos de nordeste, associado a um anticiclone sobre o Oceano Atlântico, uma massa de ar quente e úmido localizado em torno de 30°S, durante as estações primavera e verão, e em períodos de outono e inverno, a frequência da passagem de sistemas frontais do quadrante sul aumenta e os ventos com mesma orientação também, como mostra a figura 10 (MÖLLER, 1996). Essa dinâmica influencia distintamente o comportamento do sistema praial e do sistema lagunar.

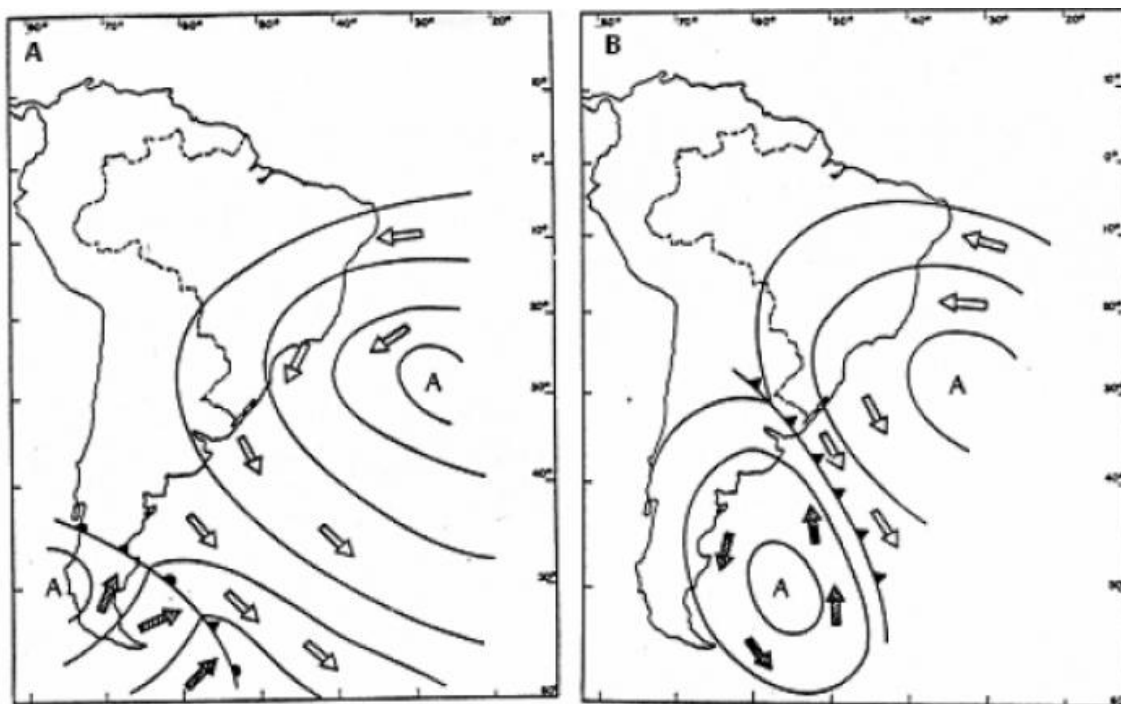


Figura 10: Sistema de circulação de ventos na região sul do país. (A) Anticiclone do Atlântico, ventos NE. (B) Massa de Ar Polar, ventos S. Fonte: Möller Jr., 1996.

#### 4.2. Geologia e Geomorfologia

A estruturação geológica é de fundamental importância no contexto deste estudo. Primeiramente por compreender ao longo de sua formação e transformações os componentes para a formação do petróleo, e mais especificamente, por apresentar no relevo distintas geomorfologias e sedimentologias, fruto das ações intempéricas ao longo tempo e da dinâmica atual.

A porção terrestre da Bacia possui uma estrutura geológica formada por rochas sedimentares siliciclásticas de idade terciária, as quais alcançam 1800 metros de espessura (Dias *et al.*, 1994; Fontana, 1995, apud Milani *et al.*, 2000). Enquanto que a porção marítima possui seu pacote sedimentar assentado diretamente sobre o embasamento cristalino ou sobre sequências Paleozóicas equivalentes às da Bacia do Paraná (Milani *et al.*, 2000).

Sua gênese foi condicionada pelos eventos tectônicos distensivos que resultaram na separação do super continente Gondwana, os quais deram origem ao oceano Atlântico Sul. A Bacia de Pelotas apresenta as mesmas características de formação de outras bacias

da margem sudeste-sul brasileira, como a Bacia de Santos e Campos, porém não possui fase evaporítica (BARBOZA, 2008).

O desenvolvimento da bacia é marcado por três fases principais de evolução tectônica (CPRM, 2003). A fase pré-rift marca a intercalação de rochas vulcânicas básicas e sedimentos da formação Botucatu, hoje constituindo rochas sedimentares do Paleozóico e Mesozóico da Bacia do Paraná. Esses sedimentos são reconhecidos apenas na área da Sinclinal de Torres, onde a seção paleozóica da Bacia do Paraná está sotoposta ao pacote cenozóico da Bacia de Pelotas. A fase rift ocorreu durante o fim do jurássico e início do cretáceo, período em que o processo de estiramento litosférico provocou a fragmentação de rochas crustais e supracrustais paleozóicas (sedimentares) e pré-cambrianas. O início deste processo distensivo ocorreu nas regiões onde hoje localiza-se a costa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, determinando que a sequência da ruptura atlântica ocorresse, preferencialmente, de sul para norte. A fase sinrift (Neocomiano– Barremiano) é caracterizada por falhamentos antitéticos que originaram meio-grábens na plataforma continental, constituindo-se de conglomerados com fragmentos de basalto (Formação Cassino). A base dessa sequência assenta-se sobre rochas vulcânicas, representadas pela Formação Imbituba (Dias *et al*, 1994; Dias *et al*, 1994b; apud Bizzi, *et al.*, 2003).

A fase transicional é identificada apenas na região da Plataforma de Florianópolis, onde se constatou presença de anidrita (formação Ariri). E a fase pós-rift, representada pela sedimentação marinha da bacia, pode ser subdividida em algumas sequências principais:

1. Sequência do Albiano/Aptiano, com sua porção superior coincidente com o topo da seção de calcários do Eo/Meso/Albiano (Formação Porto Belo);
2. Sequência do Cretáceo Superior, composta por sedimentos pelíticos, responsável pela deposição de areias na área do baixo de Mostardas e de margas e folhelhos na plataforma continental (Formação Atlântida);
3. Sequência do Cretáceo Superior–Terciário Inferior, constituída por folhelhos e delgadas camadas de arenitos;
4. Sequência do Eoceno/ Oligoceno Inferior, composta por clásticos na área do baixo de Mostardas e por folhelhos na plataforma (Formação Imbé);

5. Sequência do Oligoceno Superior ao Recente, de caráter progradante e composição pelítica.

As principais seqüências deposicionais identificadas para a Bacia de Pelotas podem ser observadas na carta estratigráfica da Bacia apresentada na figura 11, e as principais feições fisiográficas encontradas são: o Alto de Florianópolis, a Plataforma de Florianópolis, o Sinclinal de Torres, o Terraço de Rio Grande, o Baixo de Mostardas e o Cone de Rio Grande (SANTOS, 2009).

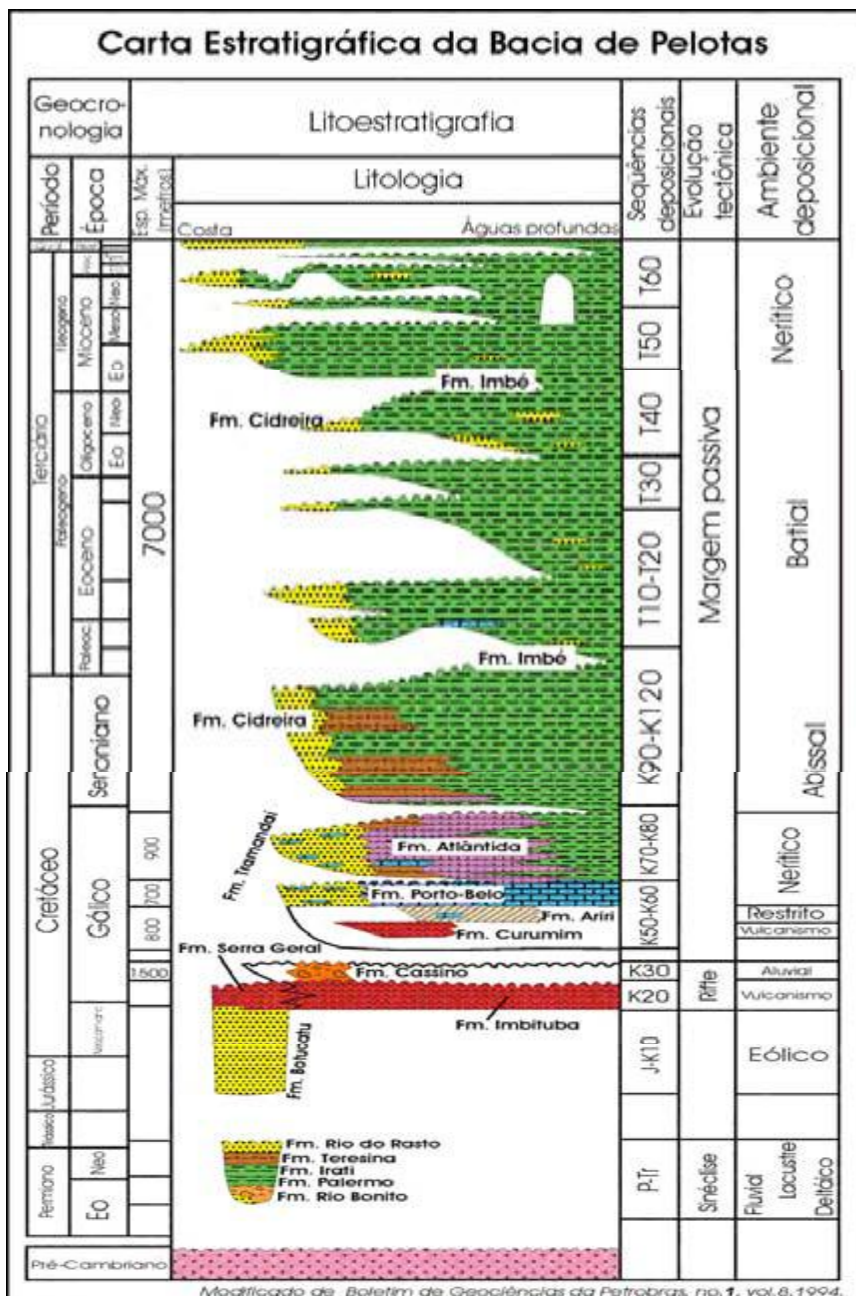


Figura 11: Carta cronoestratigráfica da Bacia de Pelotas (Modificado de Dias et al., 1994)

A evolução costeira do estado de Santa Catarina deu origem a geomorfologia atualmente expressa no relevo. A região entre Barra Velha e Garopaba possui estrutura geológica de rochas cristalinas Pré-Cambrianas recobertas por sedimentos quartzosos quaternários. O trecho entre Garopaba e Torres é composto por planícies costeiras com extensas lagunas e paleolagunas (DINIZ, 2008). Também é uma área caracterizada por frequentes e importantes depósitos eólicos que geram grandes dunas (Suguio, *et al.*, 1986). A região que se estende entre o município de Garopaba e Laguna, até o Cabo de Santa Marta, também apresenta rochas cristalinas interrompendo a planície costeira, e dando às praias o formato de baías (DINIZ, 2008). A plataforma continental torna-se mais estreita e íngreme na região do Cabo de Santa Marta. Este tem sido adotado como uma fronteira geográfica natural entre o litoral sul e sudeste do país (Silveira, 1964, Villwock, 1987, apud Giannini, 2002), seja pela influência na distribuição das fácies ou nos padrões dinâmicos de ação de ondas e correntes induzidas. Ao sul do cabo, os costões rochosos tornam-se raros (Angulo, *et al.*, 1999).

Correspondendo à parte proximal (emersa) da Bacia de Pelotas (bacia marginal aberta), esta possui cerca de 620km, estendendo-se desde a desembocadura do Rio Mampituba (limite norte) até a foz do Arroio Chuí (limite sul) (fig. 12). A largura da mesma varia, entre Torres e Tramandaí atingi de 10 a 15 km devido à proximidade com a escarpa da Serra Geral, de modo que ao sul sua largura máxima atinge 100 km, formando assim uma província geomorfológica de aproximadamente 33.000 km<sup>2</sup> com orientação média de N 32º E.



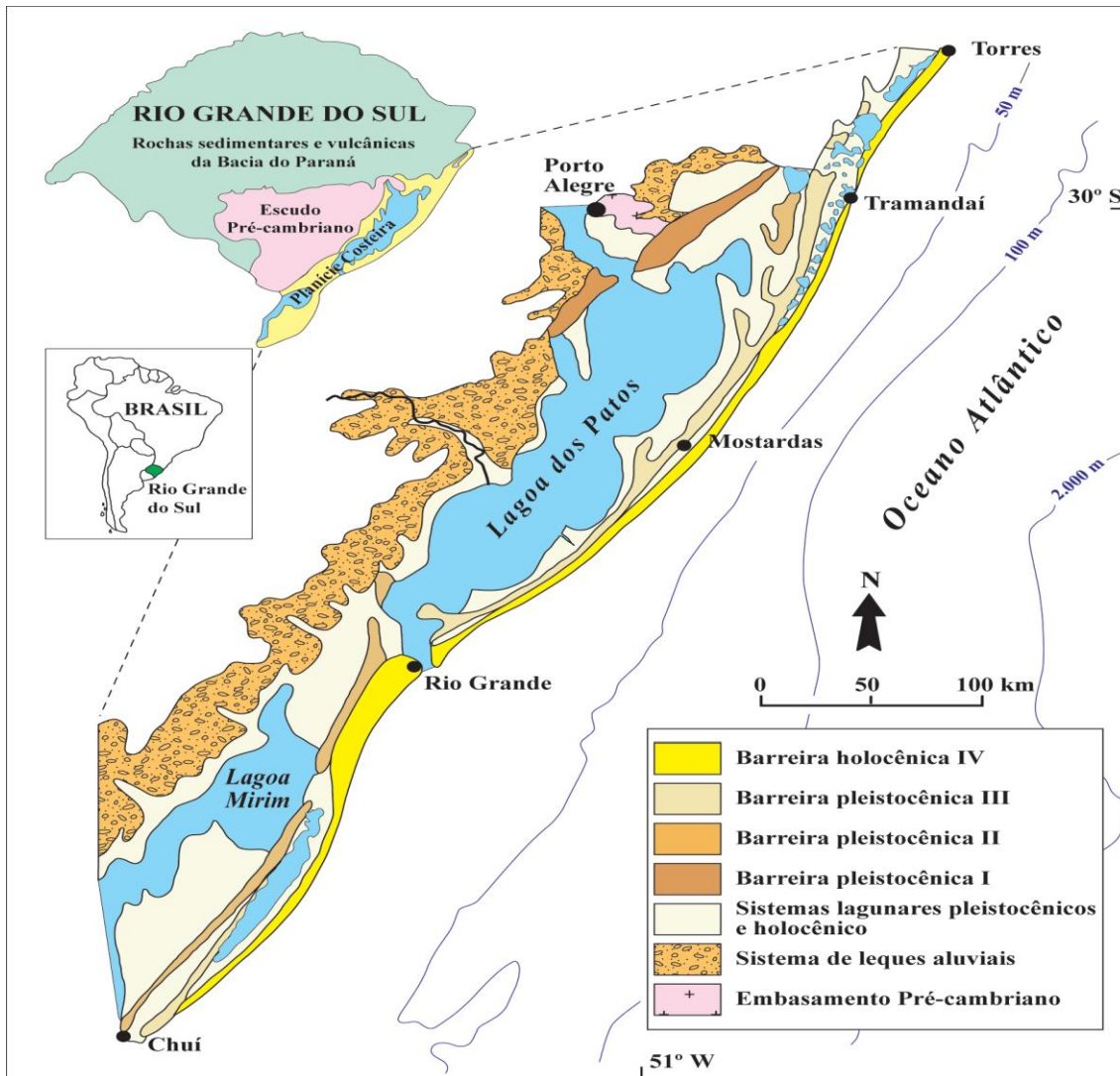


Figura 12: Mapa de localização e mapa geológico simplificado da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (modificado de Tomazelli & Villwock, 1996).

De acordo com Villwock (1986), a planície costeira do Rio Grande do Sul se desenvolveu sob o controle das variações climáticas e as consequentes flutuações do nível relativo do mar no Quaternário, acumulando sedimentos em dois tipos principais de sistemas deposicionais: (1) sistema de leques aluviais, que ocupa uma faixa contínua ao longo da parte mais interna da planície, e (2) quatro distintos sistemas deposicionais transgressivos-regressivos do tipo laguna-barreira (figura 13). Estes segundos possibilitaram a formação das Lagoas Mirim e do Peixe, bem como o complexo lagunar Patos-Guaíba e o mosaico de corpos d'água lânticos que se estende ao longo da planície.

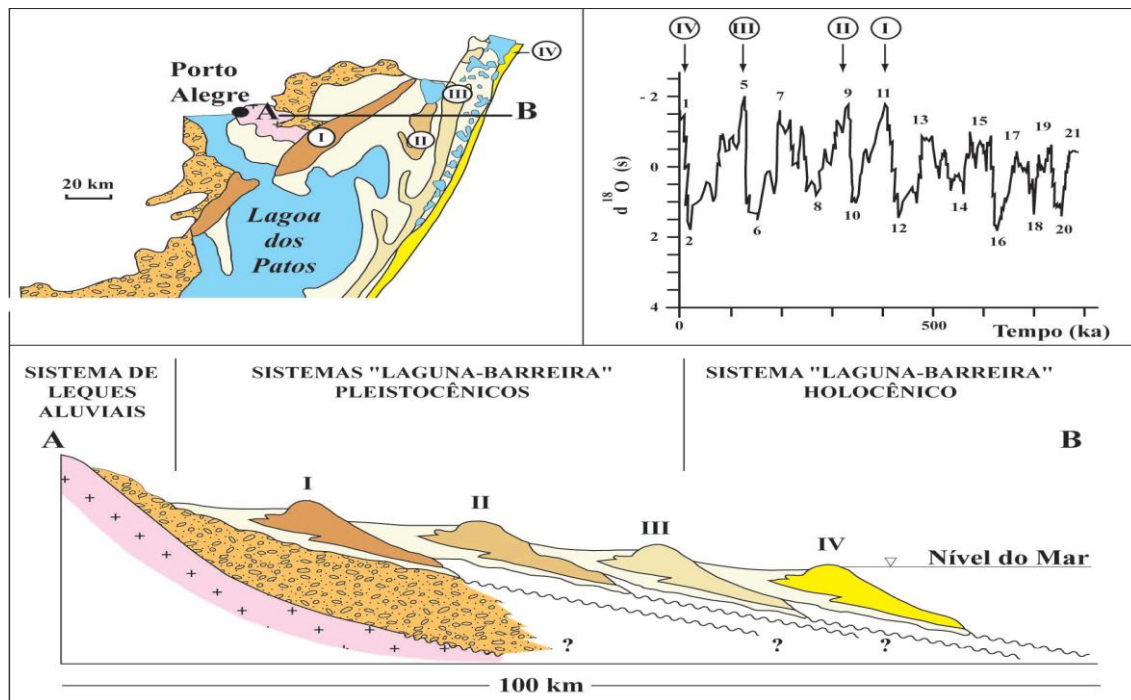


Figura 13: Perfil esquemático transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (modificado de Tomazelli & Villwock, 2000).

Segundo Fontana (1996), a sedimentação desta bacia é de natureza predominantemente siliciclástica e alcança, no depocentro, uma espessura superior a 12 km. O pacote sedimentar (porção central e sul) é produto da erosão do Escudo Uruguaio-Sul-Riograndense (rochas ígneas e metamórficas), enquanto que na porção norte sua contribuição é oriunda das rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná (idade paleozóica e mesozóica). A espessura sedimentar máxima – 1.515 m – foi obtida em um poço estratigráfico realizado pela Petrobrás no setor central da planície, próximo ao município de Mostardas. Neste poço, a seção inicia com sedimentos marinhos miocênicos aos quais se sucedem depósitos aluviais e costeiros (Closs, 1970). Além das diferenças composicionais, estas duas áreas fontes apresentam também significativas diferenças no relevo. Ambos os aspectos, composição e relevo, ficaram registrados nas características dos sedimentos detritais fornecidos à bacia. A plataforma continental adjacente à planície costeira alcança uma largura média de cerca de 150 km e é coberta, principalmente, por sedimentos clásticos terrígenos com algumas concentrações de cascalho biodetrítico (Martins *et al.*, 1967). A plataforma interna é, na sua maior parte, coberta por areias terrígenas de composição e textura muito semelhante aos sedimentos praias adjacentes.

#### 4.3. Hidrografia e Hidrodinâmica

De acordo com Garcia (1998), as águas costeiras atuantes na região da Bacia de Pelotas resultam da convergência Subtropical, zona de encontro das duas correntes de contorno oeste do Atlântico Sul (corrente do Brasil e corrente das Malvinas). A interação destas produz uma corrente em camadas mais profundas (plataforma externa), chamada de Subtropical do Atlântico Sul. Ao passo que as águas costeiras (plataforma interna) são diretamente influenciadas pela descarga de água doce da Lagoa dos Patos e pela intrusão de águas das Plataformas continentais Uruguiaia e Argentina (SOARES, 2001). Quanto ao sistema Lagunar Patos-Guaíba, este recebe águas das Bacias da Região Hidrográfica do Guaíba (84.763,5 Km<sup>2</sup>), composta por nove bacias de drenagem do centro e nordeste do Rio Grande do Sul (fig. 14), com os afluentes Jacuí (84,6%), Sinos (7,5%), Caí (5,2%) e Gravataí (2,7%) os maiores responsáveis por sua formação, além de receber também as águas dos arroios situados às suas margens, abrangendo uma área de drenagem de 30% do território do Rio Grande do Sul (FEPAM, 2013).

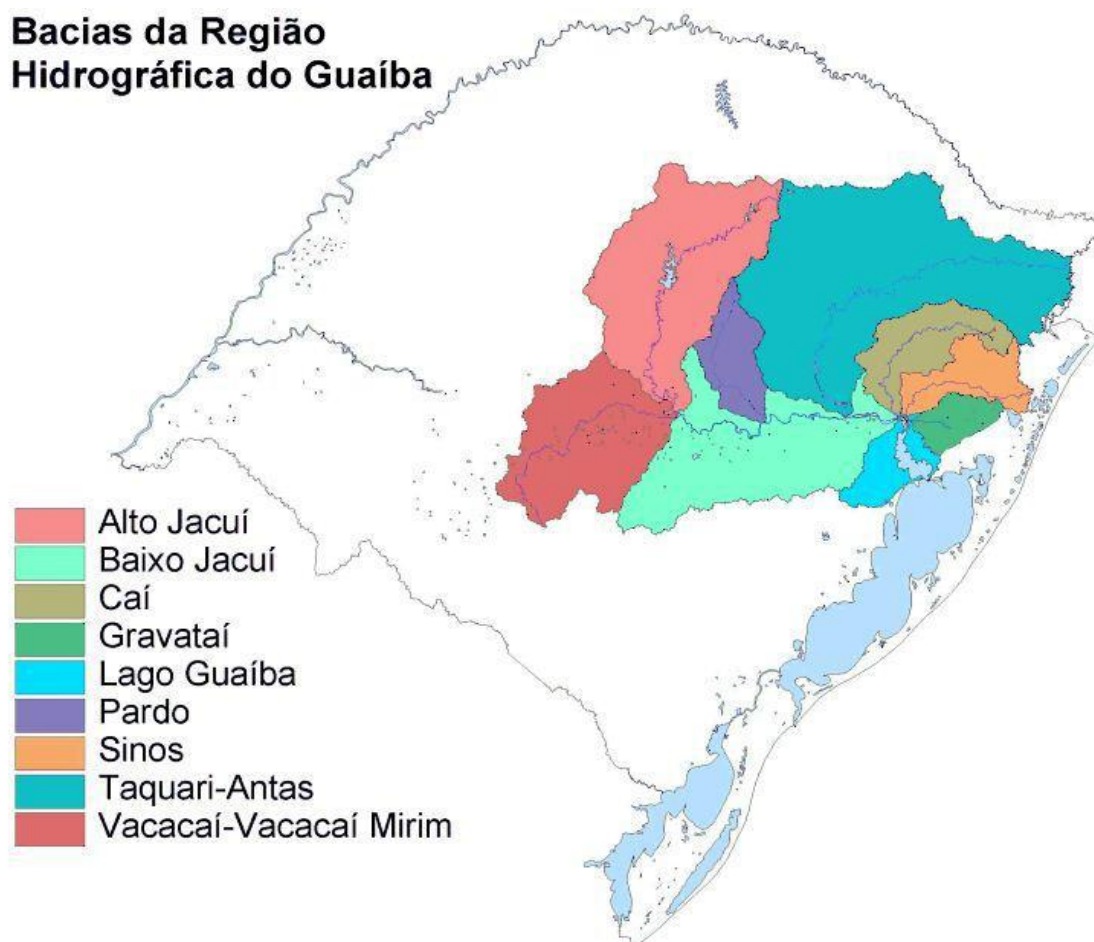


Figura 14: Bacias da região hidrográfica do Guaíba. Fonte: FEPAM, 2013.

A porção sul da zona costeira brasileira é dominada por um regime de micro maré (0-2m), devido a sua posição geográfica no globo, e sofre apenas com os eventos de marés meteorológicas, causadas por tempestades (NICOLODI, 2010).

De acordo com a extensão e diferenciação da área de estudo, a hidrodinâmica na mesma ocorre de formas distintas na linha de costa oceânica e nas margens do ambiente lagunar, sendo resultante de forçantes próprias.

Na linha de costa oceânica as transformações ocorrem devido ao regime atmosférico, possuindo grande variabilidade em escalas espaciais e temporais. As perturbações causadas pela ação dos ventos geram ondas, sendo as de gravidade a mais efetiva ameaça a vários setores de atividades, abrangendo desde as esportivas e de navegação realizadas nas proximidades da costa, até as realizadas em regiões profundas, como por exemplo, a exploração de petróleo (CUCHIARA, 2005).

Segundo Colli (1994), as ondas de inverno são maiores que as de verão. As ondas de nordeste, leste e sudeste possuem maior ocorrência na primavera e verão, enquanto que as de norte, oeste e sudoeste se amplificam no outono e inverno. Os valores mais expressivos de altura média correspondem à direção sudoeste e, secundariamente as direções sul, oeste e norte. Vinculada as ondulações estão também as correntes longitudinais, formadas a partir das variações na altura da arrebentação e a incidência oblíqua das ondas (refração). Estas duas variáveis são responsáveis pelo transporte e deposição de sedimentos na linha de costa, exercendo papel fundamental na formação e variabilidade das feições costeiras.

No sistema Lagunar, segundo Möller Jr. (1996), a hidrodinâmica é resultante de duas forçantes principais: o vento e a descarga fluvial dos rios que compõem a sua bacia hidrográfica. De modo que a descarga fluvial resulta da variabilidade das precipitações no ambiente. Sendo assim, as estações de outono e inverno, entre os meses de junho e setembro, marcam o período de maiores precipitações (UFRGS, 2002), e como a região está situada em áreas com baixas cotas altimétricas, um maior volume nas precipitações eleva o nível de forma direta, afetando a população ribeirinha e aumentando a sensibilidade do ambiente ao óleo (WALLY, 2015).

São realizadas duas medições diárias do nível d'água na Ilha da Pintada pela Defesa Civil (GADEC, 2014). O gráfico (fig. 15) abaixo mostra que os níveis mais altos são vinculados aos períodos de maior precipitação. Os picos no gráfico aliam as altas descargas dos rios ao empilhamento de água que os ventos de quadrante Sul causam no lago Guaíba (WALLY, 2015).

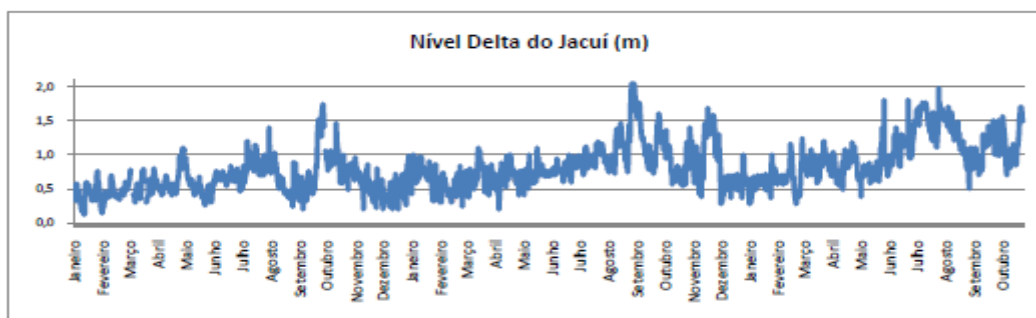


Figura 15: Gráfico com as medições diárias de nível realizada na Ilha da Pintada de 2012 a 2014 pela Defesa Civil (2014).

A ação eólica pode ter seu efeito sentido localmente através da oscilação da superfície d'água, a qual gera o empilhamento (set up) e rebaixamento (set down) da massa de água. Em seu efeito local, o vento atua sobre a superfície d'água do sistema. Portanto, ventos de NE provocam um rebaixamento do nível da água na parte norte do sistema e uma elevação na parte sul. Enquanto que efeitos não locais, com ventos de NO, provocam um rebaixamento do nível do mar próximo à costa, causando um transporte de água em direção ao mar aberto (Transporte de Ekman). Como resultante, o sistema é forçado a exportar água para a plataforma continental sob o efeito de um gradiente de pressão barotrópico. O contrário ocorre sob a ação de ventos de SW, que causam rebaixamento em seu nível na parte sul e empilhamento na parte norte. Na plataforma, estes ventos geram um acúmulo de água junto à costa (Transporte de Ekman), e devido a formação do mesmo gradiente de pressão barotrópico, a entrada de água salgada é forçada para o interior da Lagoa dos Patos (fig. 16). Esta dinâmica é atuante no sistema predominantemente em períodos de baixa descarga fluvial (valores menores que  $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ), como descrito por Möller Jr. *et.al.* (1991, apud. Fetter Filho, 1999).

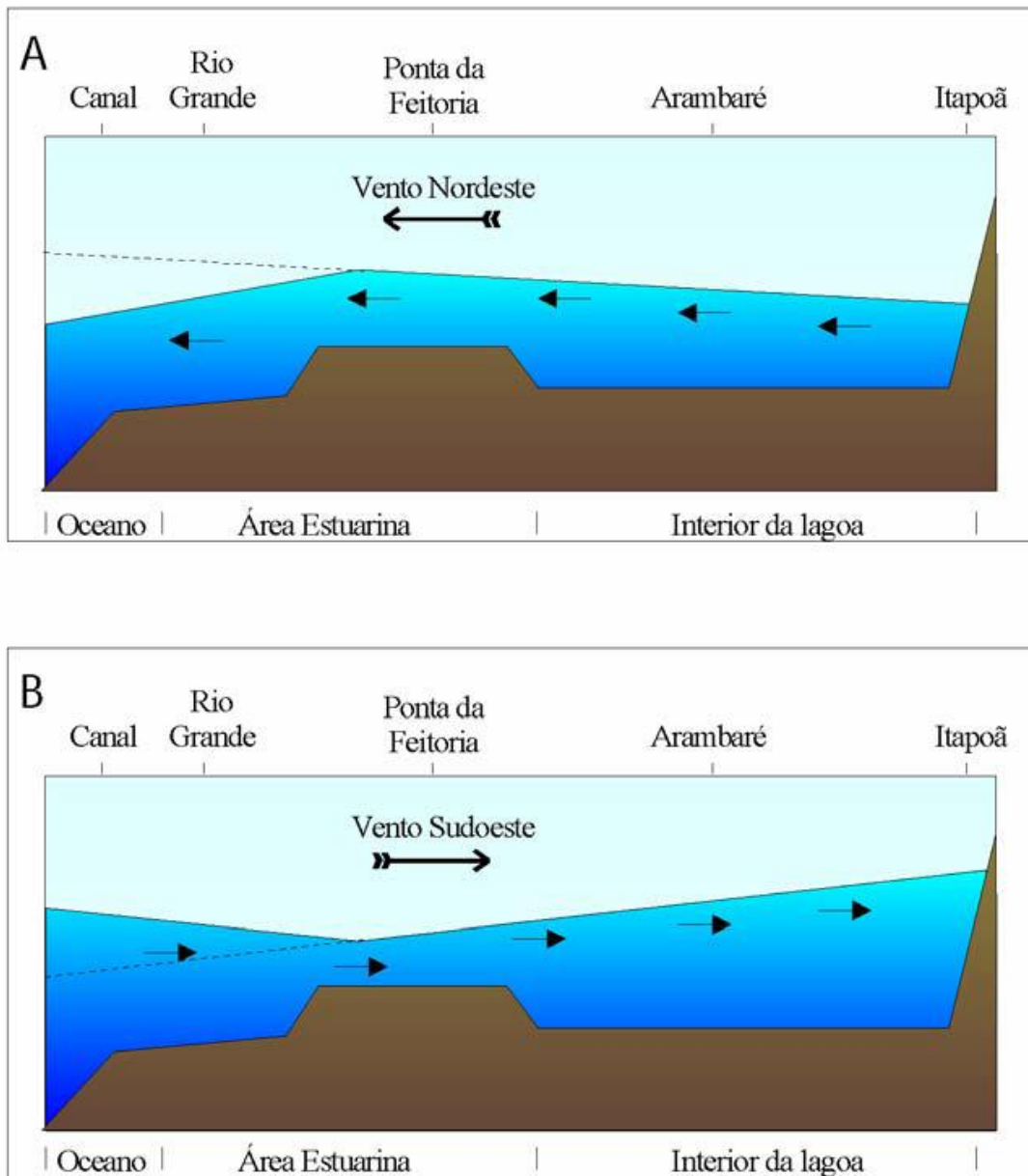


Figura 16: Representação Esquemática das oscilações de nível na lagoa, sob a ação de ventos NE (A) e SW (B). Em ambas as figuras a linha tracejada representa o comportamento da lagoa se não houvesse ligação com o oceano.  
 Fonte: Adaptado de Möller Jr., 1999.

A mesma dinâmica é interpretada por Nicolodi (2010), onde o mesmo confirma que os ventos de Sul, se intensos, causam um represamento na descarga do Guaíba, gerando um aumento de nível no local e algumas vezes até inversões de fluxos. E que as variações diárias de nível do Guaíba são causadas pelas oscilações na velocidade do vento e em período de cheias, as variações de nível são menos sensíveis à velocidade eólica.

Em períodos de alta descarga fluvial, entre final de inverno e início de primavera, o fluxo no interior do canal de ligação entre a laguna e o oceano encontra-se completamente

homogêneo e unidirecional com água doce sendo transportada para a plataforma continental por vários dias consecutivos. Sob estas condições, os processos de mistura ocorrem na região da plataforma continental adjacente (MÖLLER, 1996). O mesmo autor também afirma que a importância vinculada a maré, do tipo mista e com predominância diurna, é limitada à região estuarina devido sua amplitude ser de apenas 15 cm, aproximadamente.

#### **4.4. Dados de Navegação para o Sistema Lagunar**

A circulação de embarcações no sistema lagunar Patos-Guaíba é bastante acentuada, tanto pela comunidade pesqueira e para lazer, quanto para o transporte de mercadorias. Um trajeto rotineiro de transporte de derivados de petróleo, óleos combustíveis, petroquímicos e GLP (gás liquefeito de petróleo) acontece entre o terminal petrolífero localizado na cidade de Rio Grande/RS e o Pólo Petroquímico de Triunfo em Porto Alegre/RS (ALIMENA, 2005. In: LACERDA, 2006). Com isso, independente da prática, a navegação que ocorre no sistema lagunar representa reais riscos de acidentes com óleo e seus derivados, seja pela manutenção das embarcações ou pelo próprio transporte de hidrocarbonetos e o posterior descarregamento.

As atividades pesqueiras utilizam barcos de pequeno porte e botes. Já as navegações esportivas incluem veleiros empregados para o lazer e esportes náuticos incluídos em competições realizadas todos os anos em Iate Clubes em cidades situadas nas margens desta laguna como, por exemplo, São Lourenço do Sul, Tapes e Rio Grande (LACERDA, 2006).

Concomitante as atividades descritas acima, atividades petroleiras também são constantes no sistema lagunar. O transporte de derivados de petróleo na Lagoa dos Patos é realizado diariamente, a circulação abrange cargas como óleo combustível marítimo, produtos petroquímicos, celulose e clínquer (matéria-prima para cimento), dentre outros (ALIMENA, 2005. In: LACERDA, 2006). Conforme as exigências presentes na legislação brasileira, as embarcações tem de apresentar casco costado duplo e fundo duplo, seus tripulantes necessitam de cursos de salvatagem e as embarcações possuem cada uma, um Plano de Emergência Individual para possíveis incidentes (LACERDA, 2006).

O canal de navegação do sistema possui entre 7 e 8m de profundidade e, por isso o calado nos navios que trafegam em suas águas é limitado a 17 pés (aproximadamente

5,6m). O trajeto pela laguna de Rio Grande a Triunfo é realizado pelas embarcações num tempo aproximado de 22 horas a uma velocidade média de 8 nós. Embarcações de maior porte não são autorizadas a navegar durante a noite e embarcações com casco não apropriados não têm acesso permitido no sistema lagunar, dada a periculosidade de navegação. A praticagem é obrigatória para navios que não realizam o trajeto com frequência ou que são estrangeiros (CARVALHO, 2005). As especificações para a navegação, autorização e demais informações estão presentes no site da Superintendência de Portos e Hidrovias do Rio Grande do Sul (<http://www.sph.rs.gov.br/>). De acordo com as informações apresentadas acima, o ambiente lagunar apresenta um risco constante de contaminação por petróleo e seus derivados, principalmente pela navegação em seu interior ser considerada perigosa, devido a condições de tempo adversas, que se formam principalmente na passagem de frentes frias, às pequenas profundidades e aos bancos arenosos submersos migratórios (PIOSEVAN, 2006).

## **5. Metodologia**

Para Gil (2007) a ciência busca, fundamentalmente, a autenticidade dos fatos, fenômenos e etc. Ainda para esse autor, o conhecimento científico se distingue dos demais devido à sua capacidade de verificação. Para tanto, torna-se imprescindível a determinação do método que possibilitou o pesquisador chegar ao conhecimento final.

Método científico pode ser definido como “o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento” (GIL, 2007). Desta forma, o método utilizado depende essencialmente da natureza do objeto de estudo. Assim, para a realização deste trabalho o método indutivo apresentou melhor as bases para o raciocínio utilizado, pois parte da análise das particularidades sedimentológicas da área de estudo e coloca a generalização como um produto posterior à análise dos dados particulares. Busca-se então comparar o método de análise utilizado nesta pesquisa com o método oficial para a classificação do ISL para a Bacia de Pelotas, já que este usa o método dedutivo, o qual parte da generalização do ambiente para inferir o seu comportamento ao óleo e seus derivados.



Devido ao objeto de estudo, os dados obtidos *in situ* foram analisados de forma quantitativa. Para isso, as técnicas de investigação consistiram em saídas de campo (de carro e de lancha) para que se pudesse fazer as amostragens sedimentares superficiais nas faces de praias oceânicas, estuarinas e lagunares, totalizando 128 amostras, bem como a observação da dinâmica ambiental. Posteriormente foram realizadas técnicas laboratoriais para o processamento das amostras, o uso de um software com pacotes específicos para a obtenção dos parâmetros estatísticos aplicados à sedimentologia e por fim a compilação desses dados em um sistema de informação geográfica para a melhor compreensão e visualização das características granulométricas das praias da Baía de Pelotas abordadas por este trabalho.

### **5.1. Setorização da área de estudo**

Devido à extensão da área de estudo abordada, houve a necessidade de divisão da mesma em setores para uma melhor descrição das características granulométricas das amostras sedimentares e posterior interpretação, também para compreensão dos leitores deste manuscrito.

Com um total de 128 pontos amostrais, a área de estudo foi dividida em cinco setores, são eles: setor oceânico (50 pontos amostrais) e setor lagunar (78 pontos amostrais), este último subdividido em setor estuarino (5 pontos amostrais), setor margem leste (20 pontos amostrais), setor margem oeste (37 pontos amostrais) e setor Guaíba (16 pontos amostrais).

### **5.2. Práticas laboratoriais**

Após os trabalhos de campo onde foram feitas as amostragens, as quais passaram pelos procedimentos fundamentais de identificação e armazenamento, as práticas laboratoriais deram seguimento ao estudo.

O termo granulometria significa medida de tamanho dos grãos e o estudo dessas medidas nos permite caracterizar e classificar os sedimentos de forma mais significativa, obter informações sobre os processos hidrodinâmicos e morfodinâmicos e conseqüentemente, sobre o transporte sedimentar; o agente transportador e a deposição em sedimentos

detríticos (clásticos). Também utiliza-se esse tipo de análise para inferir relativamente sobre os diferentes valores de permeabilidade e porosidade do substrato.

Para efetuar o estudo da granulometria dos pacotes sedimentares, as práticas de laboratório consistiram em lavagem das amostras para total remoção de sais solúveis, secagem em estufa por várias horas com temperatura entre 105 e 110°C, posteriormente o quarteamento (homogeneização das amostras), e por fim o peneiramento utilizando um conjunto de peneiras com  $1/4$  de phi (unidade de medida para os tamanhos das partículas), seguindo as orientações propostas por Suguio (1973) que usa a escala de Wentworth (1922). Sua escala utiliza o símbolo  $\phi$  (*fi*) introduzido por Krumbein (1934), o qual é o logaritmo negativo de base 2 da granulometria em milímetro, e varia de -2 a 4  $\phi$  para partículas arenosas, sendo valores negativos para granulações grosseiras e positivos para granulações mais finas. Os valores para partículas siltosas e argilosas variam entre 5 e 12  $\phi$  e segue a mesma lógica, as menores partículas são representadas por maiores valores de  $\phi$ .

O tratamento adotado para amostras de granulometria fina (silte e argila), também é composto por lavagem e secagem em estufa com temperatura entre 50 e 60°C. Em seguida foram adicionados 10 ml de solução diluída de pirofosfato de sódio na alíquota significativa para a dispersão das partículas. Esse material foi passado pela peneira 0,062 mm através de um funil e com água destilada, permitindo a separação das partículas grossas das finas. Tal material foi posto em uma proveta de 1000ml. Foram aplicados métodos de decantação das partículas pequenas, pela Lei de Stokes e repetidas pipetagens nos tempos determinados para verificar-se a concentração de cada tamanho de partículas nas amostras (SUGUIO, 1973).

Para o tratamento de sedimentos carbonáticos foram utilizados os mesmos procedimentos para sedimentos grossos, seguido por adição de ácido clorídrico para a dissolução dos carbonatos. Lavagem e secagem foram repetidas para nova pesagem e peneiramento (fig. 17, 18 e 19).



Figura 17: Práticas laboratoriais.



Figura 18: Práticas laboratoriais.



Figura 19: Práticas laboratoriais.

Além disso, também inserido nas práticas laboratoriais, a construção de um arquivo de amostragem geológica e/ou sedimentológica, denominado litoteca. O procedimento é simples e consiste em separar parte das amostras analisadas, armazená-las em recipientes de vidro com tampas e, por fim, catalogá-las devidamente. Tal arquivo integra

o banco de dados granulométricos para a Bacia de Pelotas juntamente com as outras informações.

### **5.3. Análises estatísticas**

Após o tratamento das amostras sedimentares em laboratório, os dados granulométricos obtidos foram digitalizados em planilhas excel. As análises estatísticas foram efetuadas através do software de código livre R, sua definição diz que “O R é um software livre para computação estatística e construção de gráficos que pode ser baixado e distribuído gratuitamente de acordo com a licença GNU.” (LANDEIRO, 2011).

Para as análises granulométricas foram utilizados os pacotes específicos para esse fim. A descrição do pacote utilizado diz que “o Rysgran é uma porta para o R do programa SysGran, escrito em Delphi por Camargo (2006). Contém funções para a análise de amostras de tamanho de grão em escalas logarítmica ( $\phi$ ) e geométricas (micrômetros) com base em vários métodos, como Folk & Ward (1957) e Métodos de Momentos (Tanner, 1995), entre outros; classificações e distribuição texturais dos sedimentos são mostrados em histogramas, gráficos bivariados e diagramas ternários de Shepard (1954) e Pejrup (1988).” (GILBERT, CAMARGO & NETO, 2015).

Dentre estes métodos, foi utilizado o método Folk & Ward em escala logarítmica para as análises. Como produtos foram gerados histogramas, os quais serão a base para a descrição granulométrica dos setores apontados acima, bem como gráficos bivariados e diagramas ternários de Shepard como informações adicionais.

### **5.4. Construção do SIG**

De forma a compilar os dados referentes ao ISL da Bacia de Pelotas, todos estes gerados pelas saídas de campo (exemplo: declividade de praia), por análises estatísticas, fotos da área de estudo, e etc., tornou-se necessário a construção de um sistema de informação geográfica.

Para a construção do SIG foi utilizado o software de código restrito ArcGIS, em licença existente no Laboratório de Oceanografia Geológica. Tal ferramenta disponibiliza a elaboração de um banco de dados sobre uma base cartográfica da área de estudo

escolhida. Foram utilizados *layers* do estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, os quais compreendem a área de estudo abordada por este trabalho.

O produto final consiste em um sistema de informação geográfica contendo dados granulométricos de cada ponto de coleta, o referente ISL do ponto, fotos e histogramas dos pontos. Esse tem como objetivo, além da compilação destes dados, uma melhor visualização e contextualização dos dados apresentados com a área de adjacente aos pontos de coleta, permitindo que se tenha noção de localização e acessibilidade da área, caso haja um incidente com óleo.

## 6. Resultados

Os resultados apresentados consistem em análises descritivas da composição granulométrica das amostras sedimentares superficiais das faces de praias dos setores da área de estudo, tais amostras são representadas em pontos no mapa que segue (fig. 20).

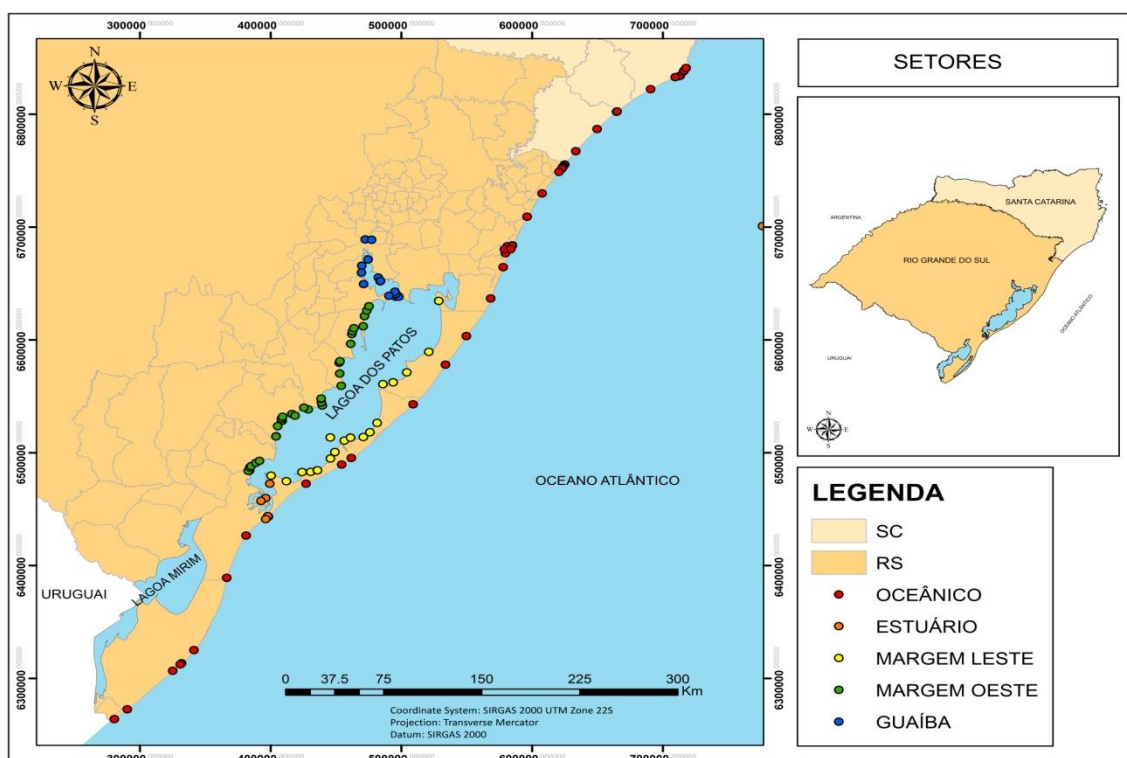


Figura 20: Mapa setorizado da área de estudo com seus respectivos pontos amostrais.

### 6.1. Descrição granulométrica dos setores oceânico e lagunar

As descrições das amostras sedimentares da área de estudo é compreendida em setores, os quais foram determinados geograficamente de acordo com as características

geomorfológicas da área. Os dados oriundos das análises granulométricas foram convertidos em informações numéricas e gráficas, as quais caracterizam e apontam o comportamento das amostras analisadas. No corpo do texto estão presentes as informações mais expressivas e relevantes para descrever o comportamento granulométrico dos setores, as demais informações granulométricas estão contidas em anexos, como: demais parâmetros estatísticos aplicados a análises granulométricas de sedimentos, como curtose e sua classificação, assimetria e sua classificação, bem como suas demais representações gráficas, como os diagramas ternários de Shepard e Pejrup.

### 6.1.1. Setor oceânico

O setor oceânico (fig. 21) compreende 50 amostras sedimentares da linha de costa oceânica brasileira da bacia de Pelotas, desde o Cabo de Santa Marta (SC) até o Arroio Chuí (RS). A tabela seguinte (tab. 6) apresenta os dados numéricos dos principais parâmetros estatísticos significativos para a caracterização granulométrica das amostras com suas respectivas localizações em coordenadas métricas (UTM).

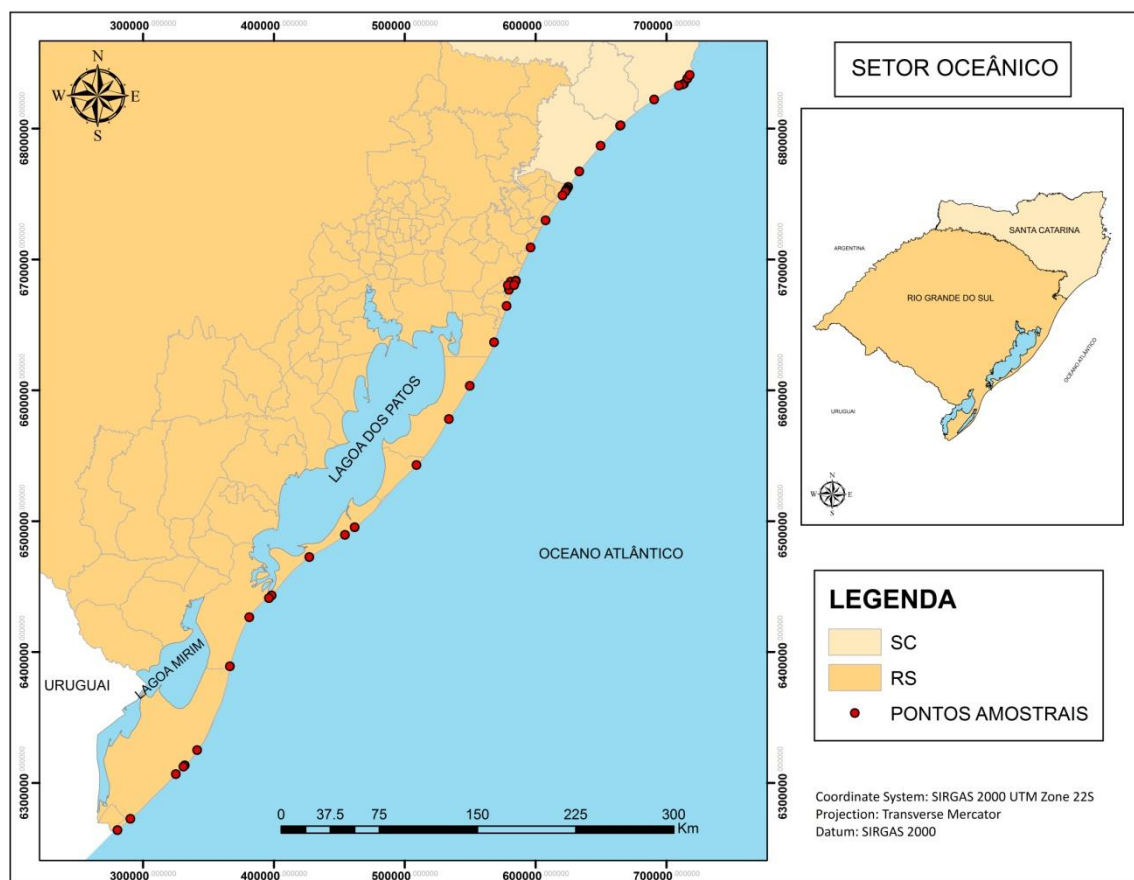


Figura 21: Mapa do setor oceânico com seus pontos amostrais.

Tabela 6: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor oceânico.

AMOSTRAS	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	MÉDIA	CLASSE	SELEÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
LSC 1	6755354	625001	2.5189	Areia fina	0.3864	Bem selecionado
LSC 2	6767210	633498	2.5216	Areia fina	0.3389	Muito bem selecionado
LSC 3	6786809	649766	2.5391	Areia fina	0.3052	Muito bem selecionado
LSC 4	6802108	664708	2.5917	Areia fina	0.3526	Bem selecionado
LSC 5	6802414	665103	2.5055	Areia fina	0.2888	Muito bem selecionado
LSC 6	6822087	690753	2.4435	Areia fina	0.3401	Muito bem selecionado
LSC 7	6834195	713469	2.4138	Areia fina	0.2814	Muito bem selecionado
LSC 8	6833693	712593	2.5688	Areia fina	0.2439	Muito bem selecionado
LSC 9	6832802	709603	2.2832	Areia fina	0.2936	Muito bem selecionado
LSC 10	6837992	715991	2.3155	Areia fina	0.2792	Muito bem selecionado
LSC 11	6838474	716283	2.4071	Areia fina	0.2944	Muito bem selecionado
LSC 12	6840873	717873	2.4974	Areia fina	0.3958	Bem selecionado
LSC 13	6755354	625001	2.4731	Areia fina	0.2628	Muito bem selecionado
LC 2	6755164	624938	2.3707	Areia fina	0.3170	Muito bem selecionado
LC 3	6239720	675368	2.5513	Areia fina	0.3326	Muito bem selecionado
LC 6	6752765	623300	2.2993	Areia fina	0.3241	Muito bem selecionado
LC 11	6751672	622856	2.2710	Areia fina	0.3027	Muito bem selecionado
LC 12	6748844	620646	2.4758	Areia fina	0.3019	Muito bem selecionado
LC 15	6729791	607717	2.5162	Areia fina	0.3478	Muito bem selecionado
LC 16	6709064	596320	2.4004	Areia fina	0.3511	Bem selecionado
LC 18	6683684	585058	2.4394	Areia fina	0.3383	Muito bem selecionado
LC 19	6683350	584958	2.5863	Areia fina	0.3274	Muito bem selecionado
LC 20	6680332	583809	2.3640	Areia fina	0.3653	Bem selecionado
LC 21	6664387	577896	2.6496	Areia fina	0.3295	Muito bem selecionado
LC 22	6636638	568370	2.3707	Areia fina	0.3624	Bem selecionado
LC 23	6603310	549807	2.3236	Areia fina	0.2768	Muito bem selecionado
LC 24	6577980	533861	2.4044	Areia fina	0.3077	Muito bem selecionado
LC 25	6542770	509048	2.5216	Areia fina	0.2794	Muito bem selecionado
LC 26	6495208	461842	2.4206	Areia fina	0.3136	Muito bem selecionado
LC 27	6489401	454377	2.2845	Areia fina	0.3064	Muito bem selecionado
LC 28	6472426	427210	2.3465	Areia fina	0.3679	Bem selecionado
LC 29	6443201	398392	3.0093	Areia muito fina	0.3011	Muito bem selecionado
LC 30	6441111	396342	2.8935	Areia fina	0.3179	Muito bem selecionado
LC 30 SC	-	-	2.9123	Areia fina	0.2767	Muito bem selecionado
LC 31	6426522	381334	2.5971	Areia fina	0.3847	Bem selecionado
LC 32	6389004	366499	2.3963	Areia fina	0.4204	Bem selecionado
LC 33	6324952	341476	2.4448	Areia fina	0.3156	Muito bem selecionado
LC 34	6313265	331988	2.0191	Areia fina	0.4957	Bem selecionado
LC 34 SC	-	-	2.0905	Areia fina	0.4183	Bem selecionado
LC 35	6312331	331035	0.8029	Areia grossa	1.8260	Pobremente selecionado
LC 35 SC	-	-	2.1915	Areia fina	0.3578	Bem selecionado
LC 36	6306596	325133	1.1421	Areia média	1.5419	Pobremente selecionado
LC 36 SC	-	-	2.1188	Areia fina	0.4376	Bem selecionado
LC 37	6272500	290481	2.0420	Areia fina	0.5770	Moderadamente bem selecionado
LC 37 SC	-	-	1.9558	Areia média	0.4354	Bem selecionado
LC 38	6263764	280539	2.3667	Areia fina	0.3570	Bem selecionado
TS 1	6683480	584801	2.6105	Areia fina	0.3217	Muito bem selecionado
TS 2	6676684	579759	1.4465	Areia média	1.3622	Pobremente selecionado
TS 3	6682870	581138	1.9841	Areia média	0.3167	Muito bem selecionado
TS 4	6680106	578971	1.6069	Areia média	0.3278	Muito bem selecionado



Tais dados demonstram um pacote sedimentar bastante homogêneo, com 86% das amostras classificadas em areia fina, 10% em areia média, 2% areia muito fina e 2% areia grossa. A porcentagem referente a classe de areia fina, predominante no pacote, é fruto dos sedimentos clásticos quaternários presentes na barreira IV. No que diz respeito à porcentagem de amostras classificadas em areia média os pontos de coleta se referem à região dos Concheiros do Albardão (LC 36 e LC 37 SC- sem carbonato) e a Laguna de Tramandaí (TS2, TS3 e TS4). No caso dos Concheiros as amostras apresentam uma maior variabilidade granulométrica devido a grande quantidade de sedimentos biodetríticos (conchas) e clásticos de tamanhos médios, finos e grossos (LC 35). Enquanto que as amostras referentes à Laguna de Tramandaí (fig. 22) é presumível que sua granulometria seja média devido à proximidade com as terras altas da Serra Geral e por contribuição antrópica oriunda de obras de construção civil, por exemplo.



Figura 22: Desembocadura da Laguna de Tramandaí.

As medidas de tendência central (diâmetro médio aritmético, mediana, diâmetro modal, diâmetro médio geométrico e etc), segundo Suguio (1937), são os parâmetros estatísticos mais importantes para se representar a distribuição granulométrica de amostras

sedimentares. Desta forma, baseando-se na metodologia de Folk & Ward (1922) para análises granulométricas, a média do diâmetro é apresentada como a medida central mais eficaz para representar tanto distribuições normais quanto bimodais e/ou polimodais. Os mesmos autores sugerem que o uso da mediana pode não ser realmente representativo para distribuições não normais. Tal metodologia considera a média do 1/3 mais grosso da amostra ( $\phi$  16); a do 1/3 intermediário ( $\phi$  50) e a do 1/3 mais fino ( $\phi$  84), disponibilizando uma visão mais completa da curva de distribuição. O tamanho médio do diâmetro dos grãos para este setor encontra-se entre  $\phi$  0.8029 e 3.0093, para areia grossa e areia muito fina, respectivamente. A classe de areia fina, mais abundante no setor, contém tamanhos médios entre  $\phi$  2.9123 e 2.0191 e a classe de areia média  $\phi$  1.9841 e 1.1421.

Outro aspecto relevante para análises granulométricas é o desvio padrão ou grau de seleção e pode ser usado como uma medida de dispersão das amostras em torno de sua média. Folk & Ward utilizaram os percentis de 95% e 5% das distribuições nas medidas de seleção, e segundo Suguio (1937) a relação fornece um valor de desvio padrão bastante aproximado do desvio padrão matematicamente calculado. Os autores ainda sugeriram uma escala qualitativa para a descrição de grau de seleção de sedimentos, a qual apresenta os seguintes limites:

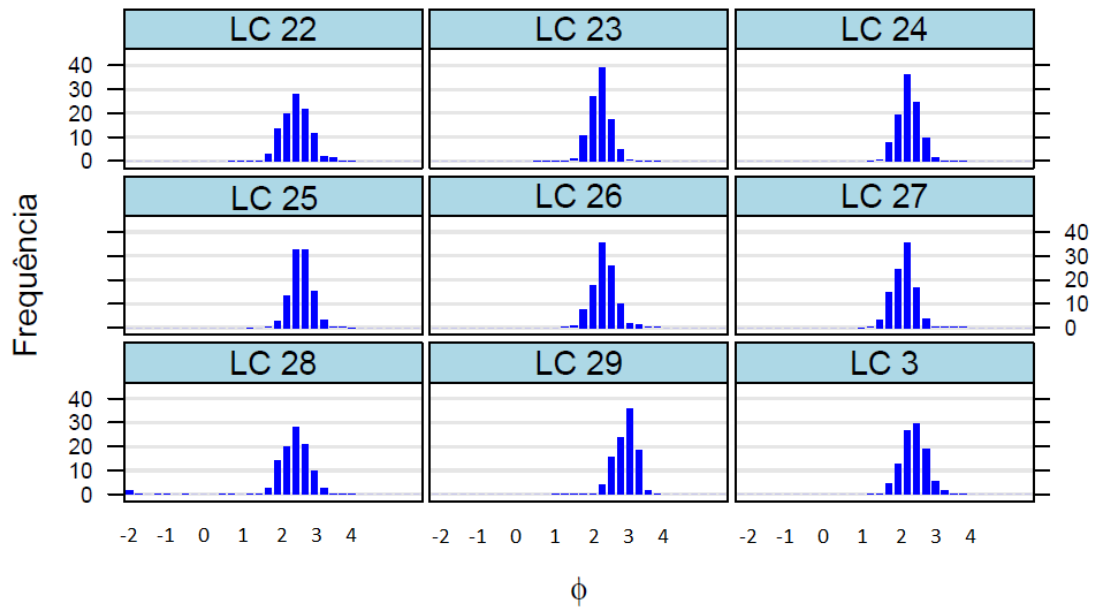
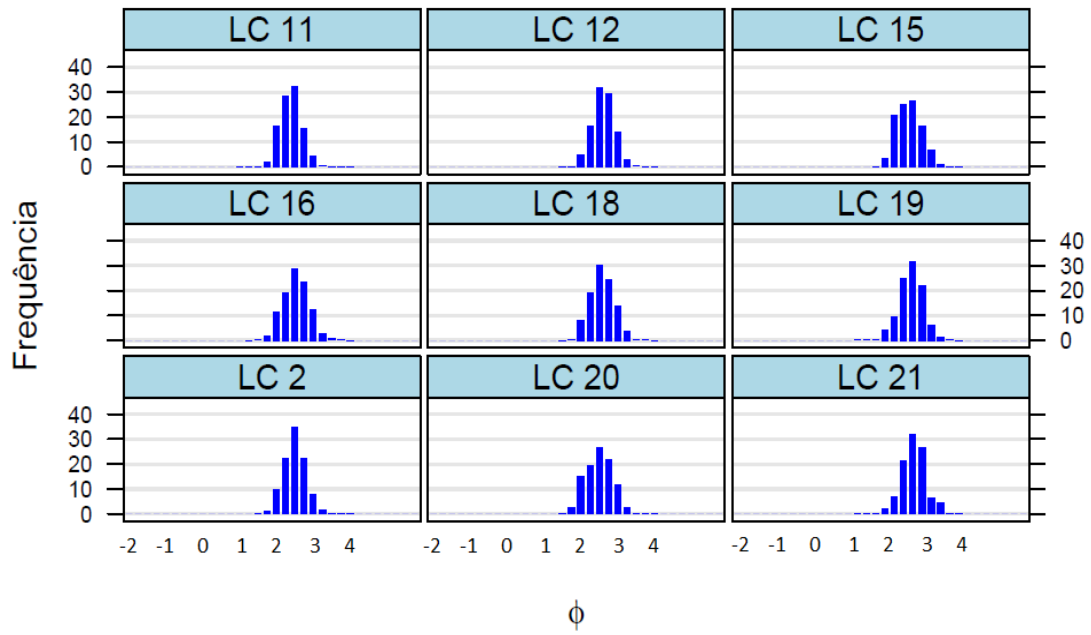
- ✓  $\sigma$  menor que 0.35 = muito bem selecionado;
- ✓ 0.35 a 0.50 = bem selecionado;
- ✓ 0.50 a 1.00 = moderadamente selecionado;
- ✓ 1.00 a 2.00 = pobremente selecionado;
- ✓ 2.00 a 4.00 = muito pobremente selecionado;
- ✓  $\sigma$  maior que 4.00 = extremamente mal selecionado;

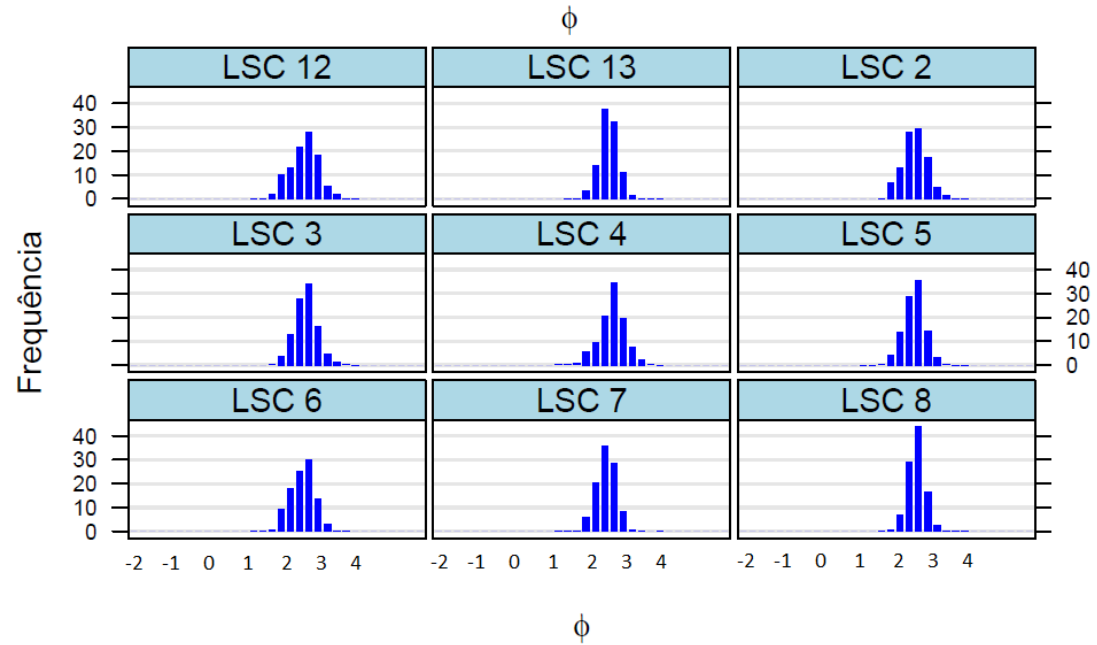
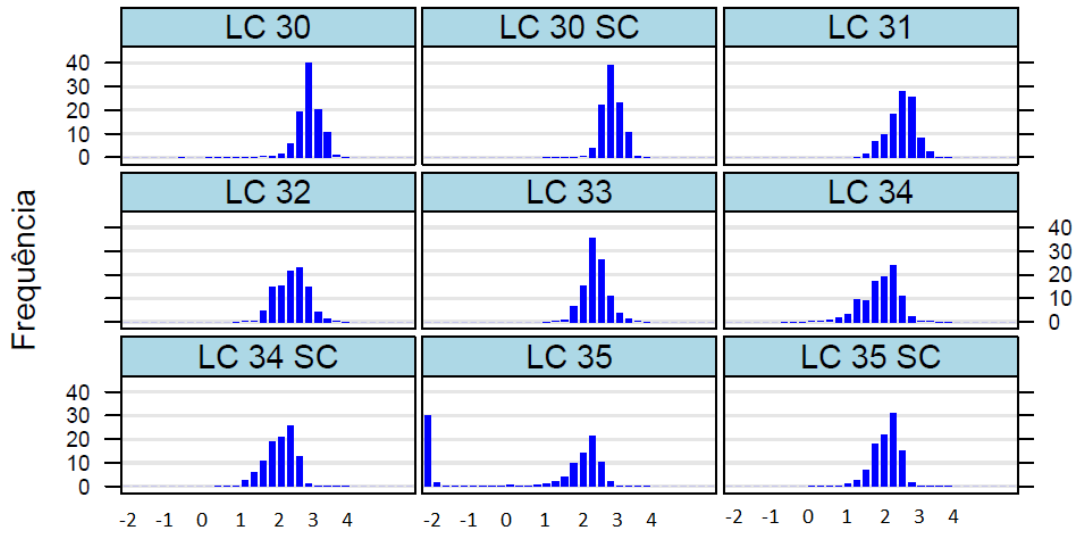
Para o setor oceânico os dados apresentam que 62% do mesmo é composto por amostras muito bem selecionadas com seu grau de seleção ( $\sigma$ ) variando entre 0.2439 e 0.3478, 30% das amostras são bem selecionadas com  $\sigma$  entre 0.3511 e 0.4957, 6% são pobremente selecionadas com  $\sigma$  entre 1.3622 e 1.8260 e 2% estão entre os limites de moderadamente selecionado com  $\sigma$  de 0.5770.

Para melhor visualizar o comportamento das amostras sedimentares ao longo da escala logarítmica de Wentworth (1922), utilizada para as análises, torna-se pertinente o uso de representações gráficas, neste caso histogramas. Wentworth concluiu que determinados limites de classes concordam com limites de distinções entre cargas transportadas em suspensão e por tração.

As informações gráficas (fig. 23) que seguem apresentam as frequências relativas em porcentagem no eixo y como variável dependente, e as classes representadas no eixo x por  $\phi$  (tamanhos das partículas) retomam as classes independentes.

# Histogramas





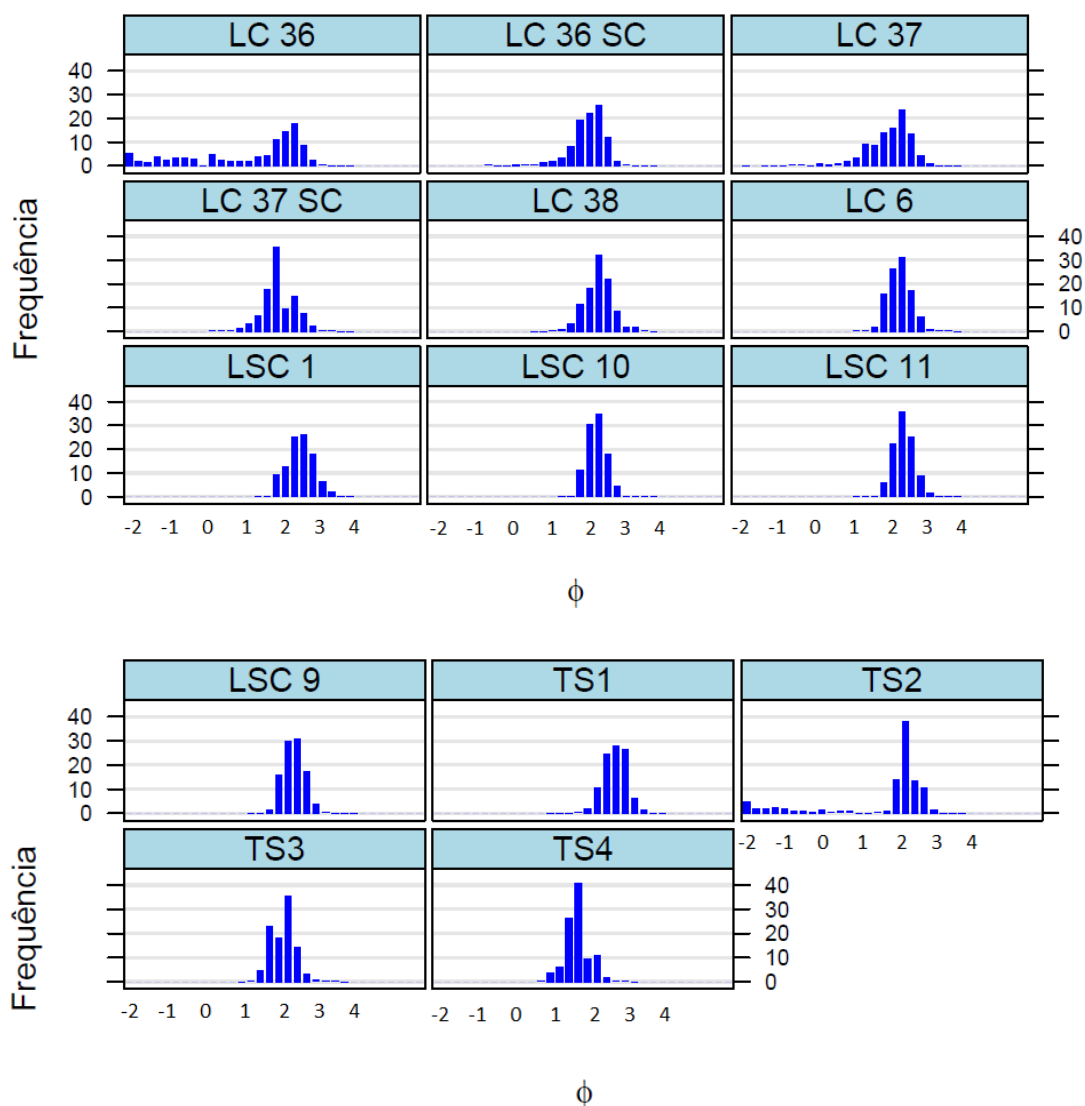


Figura 23: Distribuições granulométricas das amostras do setor oceânico.

Ao analisar os histogramas, claro está que de forma geral as amostras apresentam um único comportamento senoidal, isso significa que são distribuições próximas a normalidade e que apresentam uma máxima frequência, característica que retoma à amostras unimodais, isto é, com apenas um tamanho de partícula predominante. As exceções são representadas pelas amostras LC 35, LC 36, LC 36 SC (sem carbonato) e LC 37, referentes aos Concheiros do Albardão, onde as distribuições apresentam partículas melhores distribuídas ao longo da sua escala  $\phi$ , caracterizando-as como bimodais ou polimodais (fig. 24 e 25).



**Figura 24: Duna escarpada nos Concheiros do Albardão.**



**Figura 25: Areias polimodais na face de praia, Concheiros do Albardão.**

Tais informações também subsidiam os dados sobre o grau de seleção e a dispersão das amostras sedimentares, os quais demonstraram predominância de amostras bem

selecionadas e baixos índices de dispersão em torno de seus diâmetros médios aritméticos.

Distribuições granulométricas bem selecionadas e com baixos graus de dispersão remetem a agentes transportadores com capacidades estáveis de transporte, baixa variabilidade e altamente selecionadores, como o vento e correntes. Ambos são derivados das dinâmicas atmosféricas, as quais possuem comportamentos regulares, determinando o transporte e a deposição de partículas de mesma magnitude ou muito próximas.

### **6.1.2. Setor lagunar estuarino**

Este setor (fig. 26) compreende 5 amostras sedimentares de faces das praias do estuário da Lagoa dos Patos, localizadas próximas à desembocadura do complexo lagunar Patos-Guaíba. Por conter os municípios de Rio Grande (RS) e São José do Norte (RS) localizados em seus arredores, esta é uma área especialmente sensível devido ao grande fluxo de embarcações e também bastante susceptível aos dejetos industriais pelos Polos Químico e Naval, bem como aos dejetos urbanos. Além de receber as águas de toda a descarga continental da bacia hidrográfica sobre a qual o estuário está assentado que já tiveram sua passagem por todo o complexo antes de chegar até ele. As características granulométricas dos sedimentos deste setor são apresentadas de forma numérica na tabela (tabela 7) que segue.



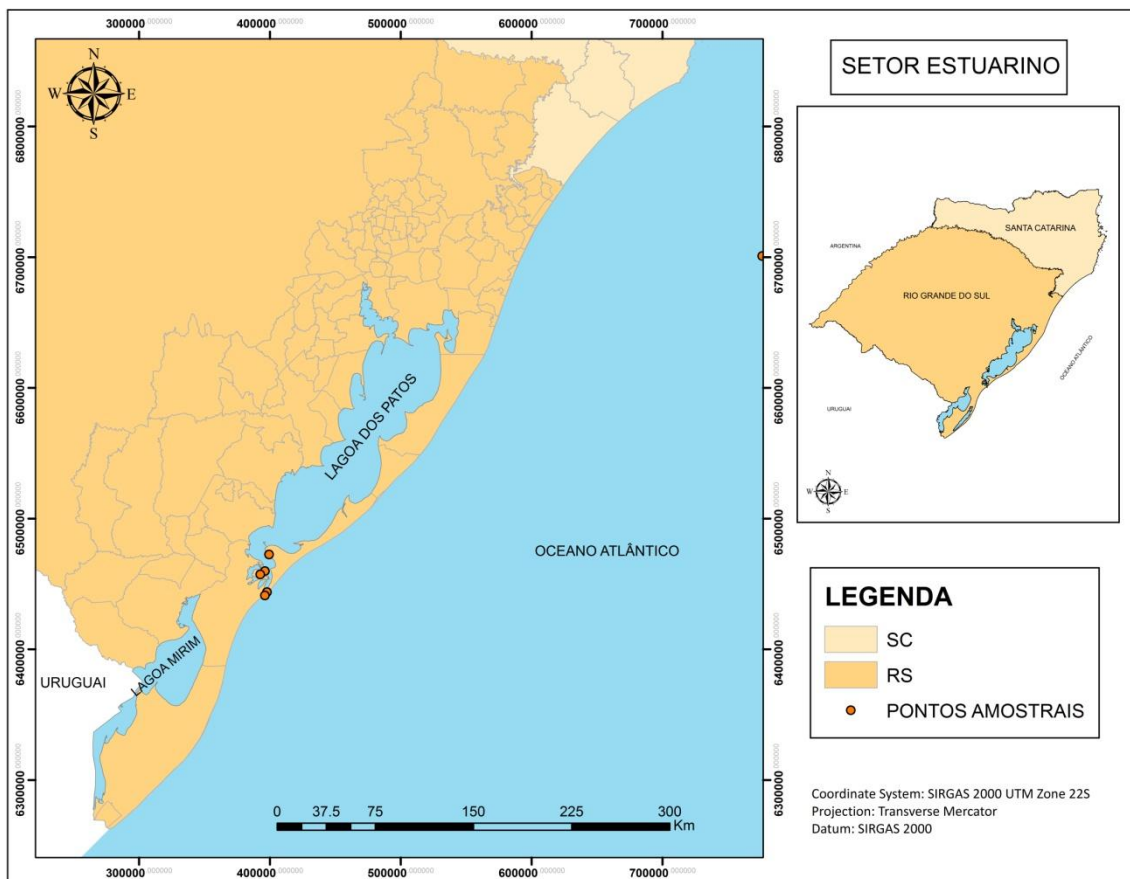


Figura 26: Mapa do setor lagunar estuarino com seus pontos amostrais.

Tabela 7: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor estuarino.

AMOSTRAS	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	MÉDIA	CLASSE	SELEÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Praia próxima ao Molhe Leste	6443610	397835	2.3721	Areia fina	0.3428	Muito bem selecionado
Marambaia- Ilha dos Marinheiros	6459683	396335	2.3141	Areia fina	0.3172	Muito bem selecionado
Porto Rei- Ilha dos Marinheiros	6457184	392736	2.5176	Areia fina	0.4912	Bem selecionado
Areias Gordas	6472421	399466	2.2306	Areia fina	0.2586	Muito bem selecionado
Areias Gordas coleta 2	6441111	396342	2.1201	Areia fina	0.2284	Muito bem selecionado

Como indicam os dados, as características granulométricas do estuário (fig. 27) não diferem das características predominantes no setor oceânico. A classe de areia fina predomina em 100% das amostras estuarinas e seus graus de seleção apresentam uma variação entre  $\sigma$  0.2284 e 0.4912. Estes graus de seleção classificam 83% das amostras como muito bem selecionadas e 17% bem selecionadas. O diâmetro médio das distribuições varia entre  $\phi$  2.1201 e 2.5176.



Figura 27: Areias gordas.

Os histogramas (fig. 28) apresentam as distribuições de frequências simples para este setor e também retomam a distribuições normais, com apenas uma curva senoidal e apenas um diâmetro de partícula mais frequente.

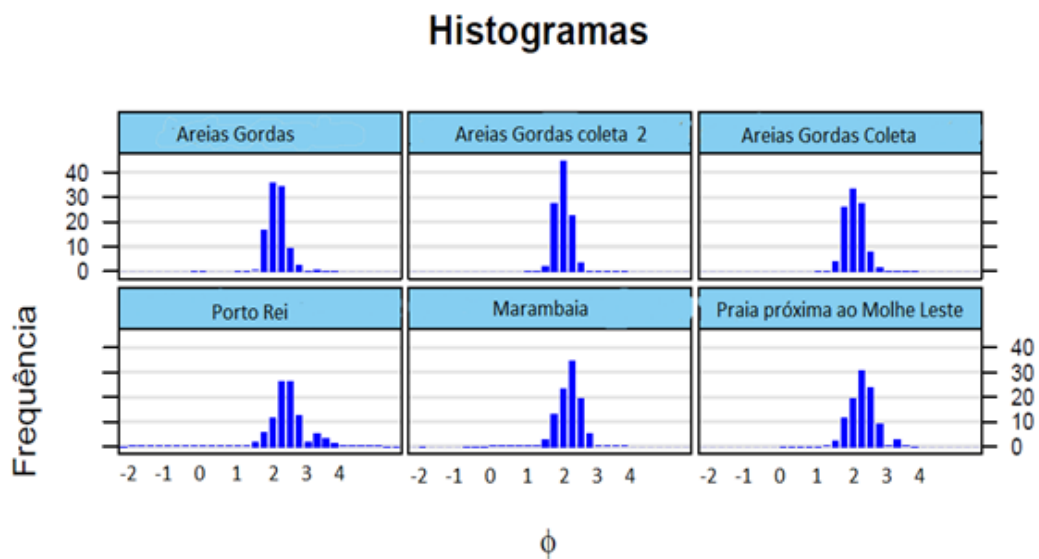


Figura 28: Distribuições granulométricas para amostras do setor estuarino.

Um maior espalhamento ao longo da escala ocorre na amostra de Porto Rei, porém suas frequências não são significativas em todas as classes. Por ser uma praia da Ilha dos Marinheiros, esta pode sofrer influencia antrópica na composição granulométrica do seu pacote sedimentar, como sedimentos oriundos da construção civil para justificar pequenas frequências em diâmetros de partículas maiores.

### 6.1.3. Setor lagunar margem leste

Este setor (fig. 29) compreende 20 amostras sedimentares de faces de praias da margem leste do complexo lagunar Patos- Guaíba, desde a Lagoa do Casamento (extremidade norte do complexo) até a desembocadura (limite sul). Os dados (tabela 8) apresentados confirmam a uniformidade sedimentar da área de estudo para os setores já descritos.

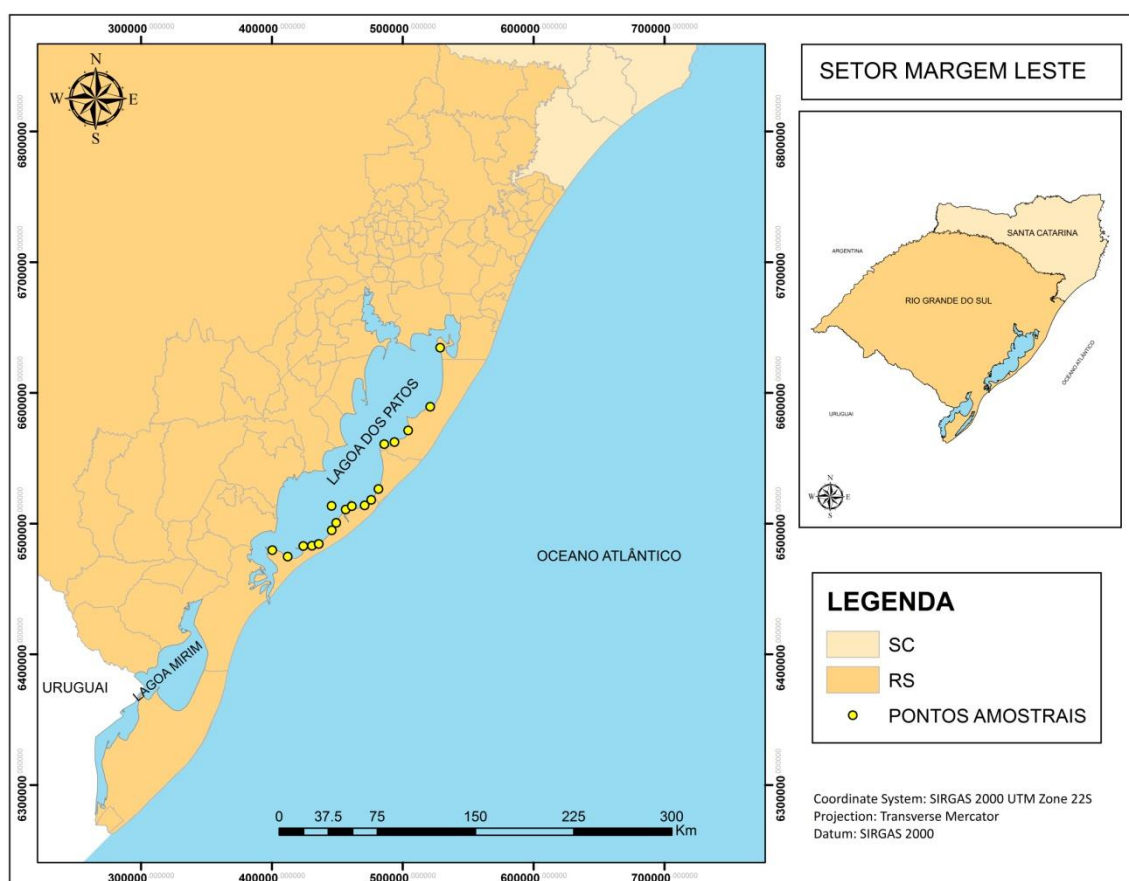


Figura 29: Mapa do setor lagunar margem leste com seus pontos amostrais.

Tabela 8: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor margem leste.

AMOSTRAS	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	MÉDIA	CLASSE	SELEÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
ME 2	6479596	400406	2.0339	Areia fina	0.2977	Muito bem selecionado

<b>ME 6</b>	6474612	412176	2.3734	Areia fina	0.2493	Muito bem selecionado
<b>ME 9</b>	6482726	424173	2.2926	Areia fina	0.2055	Muito bem selecionado
<b>ME 12</b>	6482906	430695	2.2872	Areia fina	0.5388	Moderadamente bem selecionado
<b>ME 14</b>	6484283	435734	2.4354	Areia fina	0.3494	Muito bem selecionado
<b>ME 16</b>	6484348	435989	2.4745	Areia fina	0.2738	Muito bem selecionado
<b>ME 19</b>	6494742	445822	1.9585	Areia média	0.2696	Muito bem selecionado
<b>ME 24</b>	6518086	476038	1.9140	Areia média	0.3011	Muito bem selecionado
<b>ME 27</b>	6510619	456469	1.9261	Areia média	0.2665	Muito bem selecionado
<b>ME 30</b>	6513393	445772	2.0770	Areia fina	0.3114	Muito bem selecionado
<b>ME 33</b>	6513165	461237	2.4314	Areia fina	0.2311	Muito bem selecionado
<b>ME 36</b>	6513810	471014	2.5930	Areia fina	0.3891	Bem selecionado
<b>ME 39</b>	6518086	476038	2.0366	Areia fina	0.3165	Muito bem selecionado
<b>ME 42</b>	6526350	481532	1.9935	Areia média	0.2804	Muito bem selecionado
<b>ME 50</b>	6560649	485994	2.4812	Areia fina	0.2364	Muito bem selecionado
<b>ME 53</b>	6562261	493831	2.0393	Areia fina	0.2476	Muito bem selecionado
<b>ME 63</b>	6571145	504235	2.2966	Areia fina	0.3395	Muito bem selecionado
<b>ME 66</b>	6634424	528708	2.5081	Areia fina	0.2061	Muito bem selecionado
<b>ME 69</b>	6589313	521066	2.2131	Areia fina	0.2422	Muito bem selecionado
<b>ME ÚLTIMO</b>	6500444	449286	2.1377	Areia fina	0.2628	Muito bem selecionado

As informações (tab. 8) indicam que 80% das amostras presentes neste setor são compostas basicamente por areia fina e 20% por areia média. Estas composições granulométricas apresentam-se muito bem selecionadas em 90% das amostras, 5% delas são bem selecionadas e 5% são consideradas moderadamente bem selecionadas, com seu grau de seleção variando entre  $\sigma$  0.2055 e 0.5388. Quanto ao diâmetro médio das partículas, para a classe predominante areia fina a variação ficou entre  $\phi$  2.0339 e 2.5930, ao passo que para a classe areia média esta variação retomou valores de  $\phi$  entre 1.9140 e 1.9935.

Os histogramas (fig. 30) que seguem acabam por demonstrar o comportamento das distribuições granulométricas para este setor. E apontam, como nos setores descritos anteriormente, distribuições muito próximas a normalidade e com apenas uma classe modal de diâmetro das partículas. A classificação da seleção deste setor também é evidenciada ao dispersarem-se pouco do seu tamanho médio de grânulo.

## Histogramas

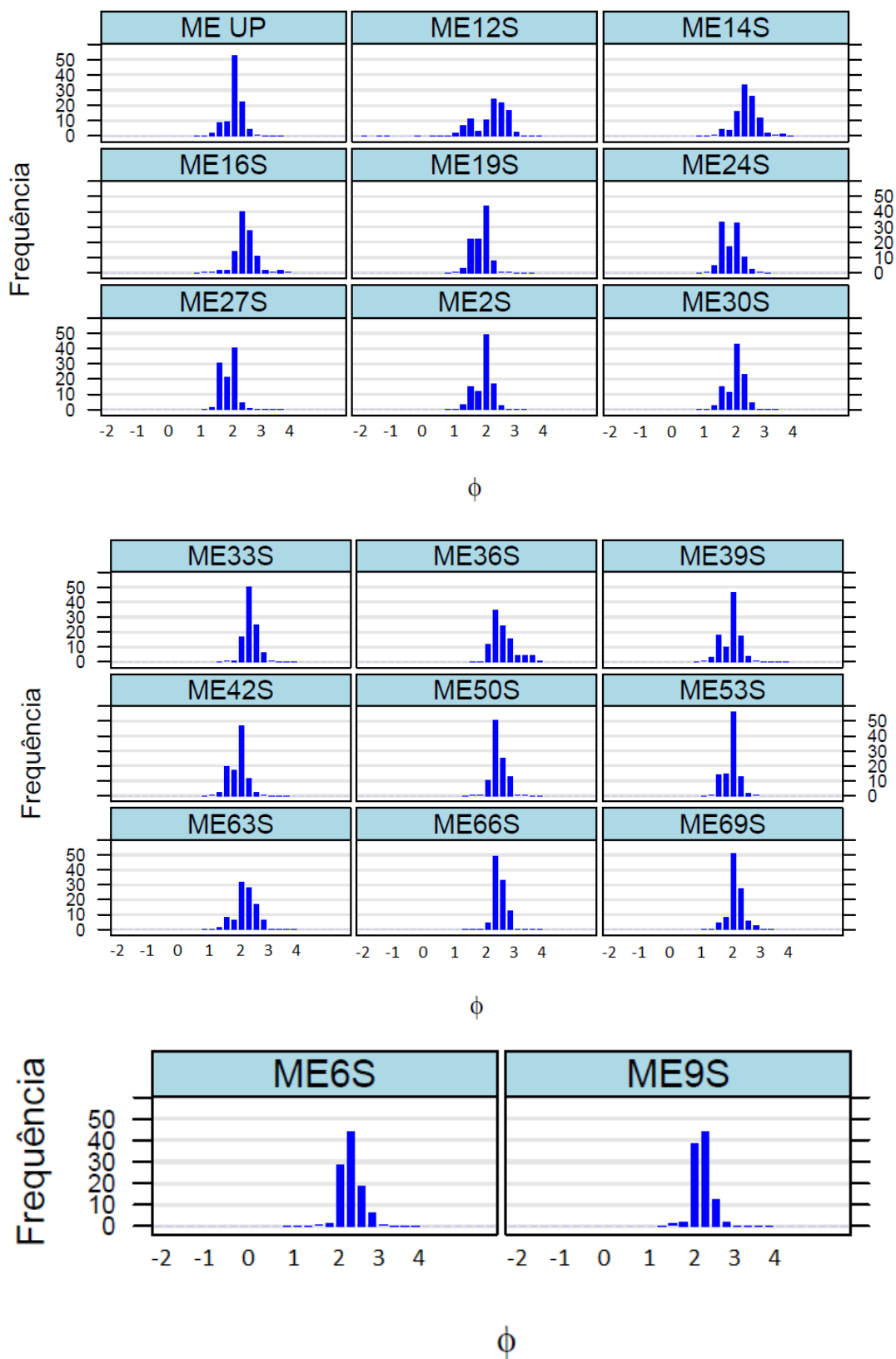


Figura 30: Distribuições granulométricas para amostras do setor margem leste.

O comportamento granulométrico para este setor era esperado desta forma, pois o substrato que o compõe possui a mesma gênese e praticamente a mesma constituição que o setor oceânico à norte da desembocadura da Lagoa dos Patos. Sua extensão é composta por uma mistura de sedimentos inconsolidados dos sistemas deposicionais barreira III e barreira IV, retrabalhados pelas ações eólicas e oceanográficas da plataforma continental.



Figura 31: Margem leste da Lagoa dos Patos.

#### 6.1.4. Setor lagunar margem oeste.

As informações granulométricas sobre as 37 amostras sedimentares de faces de praias da margem oeste do complexo lagunar (tab. 9) são de suma importância para este trabalho, pois apresentam uma maior variabilidade nas distribuições dos sedimentos, distinguindo-se dos demais setores que apresentaram uma uniformidade contínua em suas características.

Tabela 9: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor margem oeste.

AMOSTRAS	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	MÉDIA	CLASSE	SELEÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
MO 1	6483760	383005	0.4213	Areia grossa	1.2091	Pobremente selecionado
MO 2	6486820	384200	-0.9838	Areia muito grossa	0.4655	Bem selecionado
MO 3	6488022	385265	0.7163	Areia grossa	0.7716	Moderadamente selecionado
MO 4	6490897	388852	-0.9541	Areia muito grossa	0.7580	Moderadamente selecionado
MO 5	6492667	391538	-0.4041	Areia muito grossa	1.3062	Pobremente selecionado
MO 5 SC	-	-	-0.3357	Areia muito grossa	1.2903	Pobremente selecionado
MO 6	6523497	405478	1.0249	Areia média	0.3452	Muito bem selecionado
MO 7	6530043	408483	1.0275	Areia média	0.3126	Muito bem selecionado
MO 8	6531793	409202	0.5547	Areia grossa	0.6977	Moderadamente bem selecionado
MO 9	6547977	438764	1.5072	Areia média	0.6221	Moderadamente bem selecionado
MO 10	6559220	434137	-0.3007	Areia muito grossa	1.0010	Pobremente selecionado
MO 11	6570055	452914	1.7820	Areia média	0.3484	Muito bem selecionado
MO 12	6579683	452495	0.3944	Areia grossa	0.6283	Moderadamente bem selecionado
MO 13	6581012	453144	0.0320	Areia grossa	0.6961	Moderadamente bem selecionado
MO 15	6596369	461273	1.4155	Areia média	0.3686	Bem selecionado
MO 16	6605098	462259	0.4429	Areia grossa	0.7016	Moderadamente selecionado
MO 17	6607489	462698	1.0437	Areia média	0.8056	Moderadamente selecionado
MO 18	6610296	463833	0.3095	Areia grossa	0.9696	Moderadamente selecionado
LP 1	6484139	383983	1.2162	Areia média	1.4592	Pobremente selecionado
LP 2 FACE	6512537	404324	0.0158	Areia grossa	0.2876	Muito bem selecionado
LP 2 PÓS	-	-	0.3324	Areia grossa	0.7694	Moderadamente selecionado
LP 3	6514324	404154	-0.4476	Areia muito grossa	1.3404	Pobremente selecionado
LP 7	6528227	408902	-0.2172	Areia muito grossa	1.0511	Pobremente selecionado
LP 8	6528071	408385	0.0589	Areia grossa	1.0024	Pobremente selecionado
LP 9	6534179	416394	0.0225	Areia grossa	1.0716	Pobremente selecionado
LP 12	6532744	418783	0.2394	Areia grossa	0.6787	Moderadamente bem selecionado
LP 13	6538267	428880	0.5479	Areia grossa	0.8349	Moderadamente selecionado
LP 14	6539821	425464	0.5628	Areia grossa	1.1037	Pobremente selecionado
LP 15	6541757	439590	2.0460	Areia fina	0.2778	Muito bem

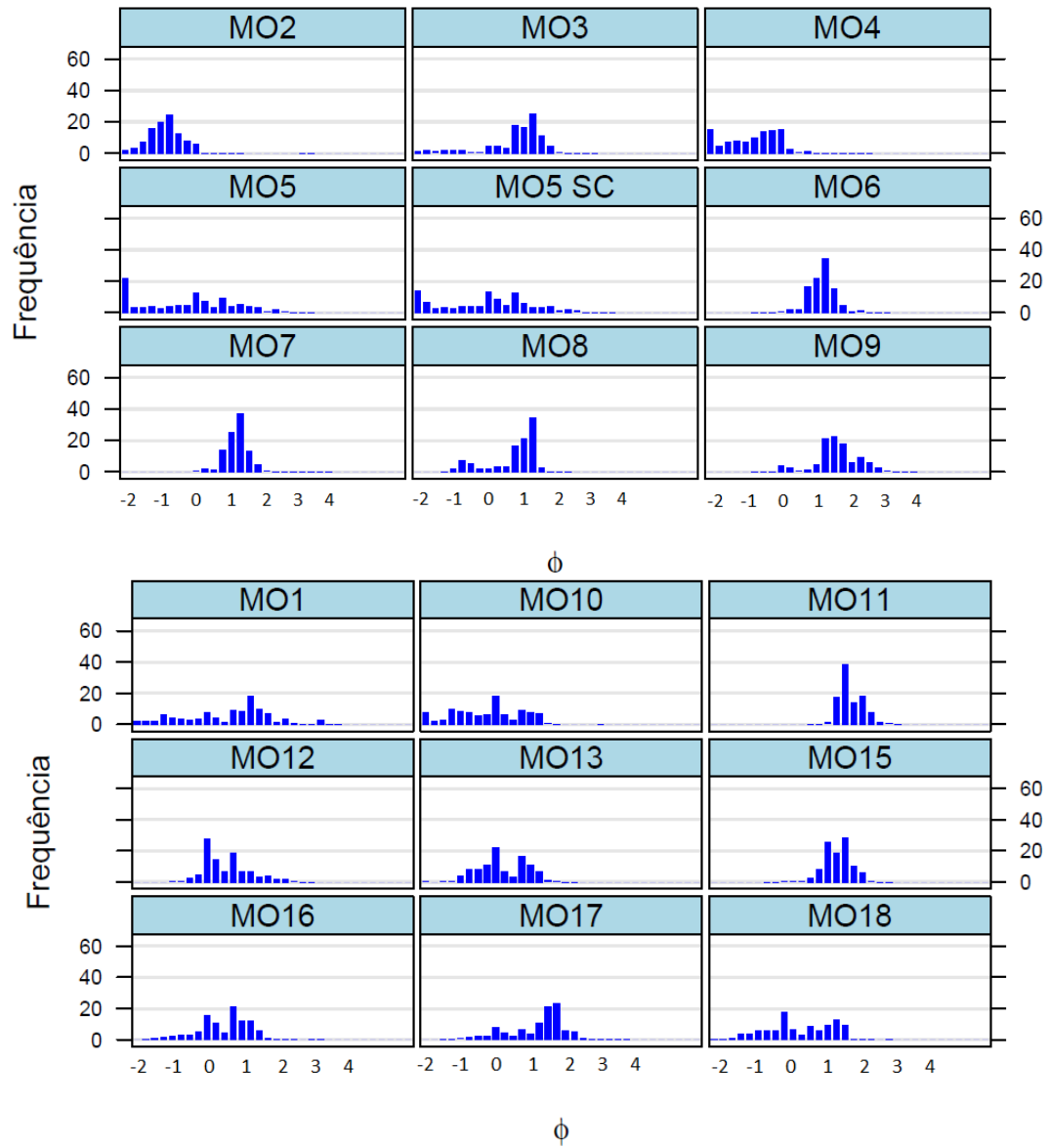
							selecionado
<b>LP 17</b>	6544345	438937	2.2737	Areia fina	0.3239		Muito bem selecionado
<b>LP 18</b>	6547525	438733	2.5014	Areia fina	0.2574		Bem selecionado
<b>LP 19</b>	6611930	470928	2.3155	Areia fina	0.3506		Muito bem selecionado
<b>LP 20</b>	6611930	470928	2.2037	Areia fina	0.2891		Muito bem selecionado
<b>LP 21</b>	6620933	471928	1.9113	Areia média	0.3054		Muito bem selecionado
<b>LP 22</b>	6625908	473664	1.6998	Areia média	0.2459		Muito bem selecionado
<b>LP 23</b>	6629716	475206	0.9009	Areia grossa	0.2670		Muito bem selecionado
<b>LP 24</b>	6629608	475303	1.0936	Areia média	0.2753		Muito bem selecionado
<b>LP 25</b>	6665628	469842	1.2754	Areia média	0.6387		Moderadamente bem selecionado
<b>LP 26</b>	6659527	469590	0.7190	Areia grossa	0.5877		Moderadamente bem selecionado
<b>LP 27</b>	6671137	474663	-1.0926	Grânulo	0.9835		Moderadamente selecionado
<b>LP 28</b>	6651843	483900	-0.3533	Areia muito grossa	0.8761		Moderadamente selecionado
<b>LP 29</b>	6652165	484210	1.2054	Areia média	0.2901		Muito bem selecionado
<b>LP 30</b>	6652165	484210	0.9413	Areia grossa	0.3890		Bem selecionado
<b>LP 31</b>	6639045	490657	0.1343	Areia grossa	1.8083		Pobremente selecionado
<b>LP 32</b>	6649405	471158	2.0420	Areia fina	0.4298		Bem selecionado

Com base nos dados da tabela acima, podemos afirmar que o pacote sedimentar que compõe as praias da margem oeste do sistema Lagunar Patos-Guaíba apresenta relevante heterogeneidade no que diz respeito à sua composição granulométrica. Sua composição apresenta 29% de amostras muito bem selecionadas, 11% bem selecionadas, 16% moderadamente bem selecionadas, 20% moderadamente selecionadas e 24% de suas amostras são pobremente selecionadas. As classes de partículas componentes deste setor são 40% areia grossa, 18% areia muito grossa, 27% areia média, 13% areia fina e 2% grânulo.

Tais informações são expressas graficamente nos histogramas (fig. 32) abaixo, onde pode-se analisar o comportamento das curvas de distribuições.



# Histogramas



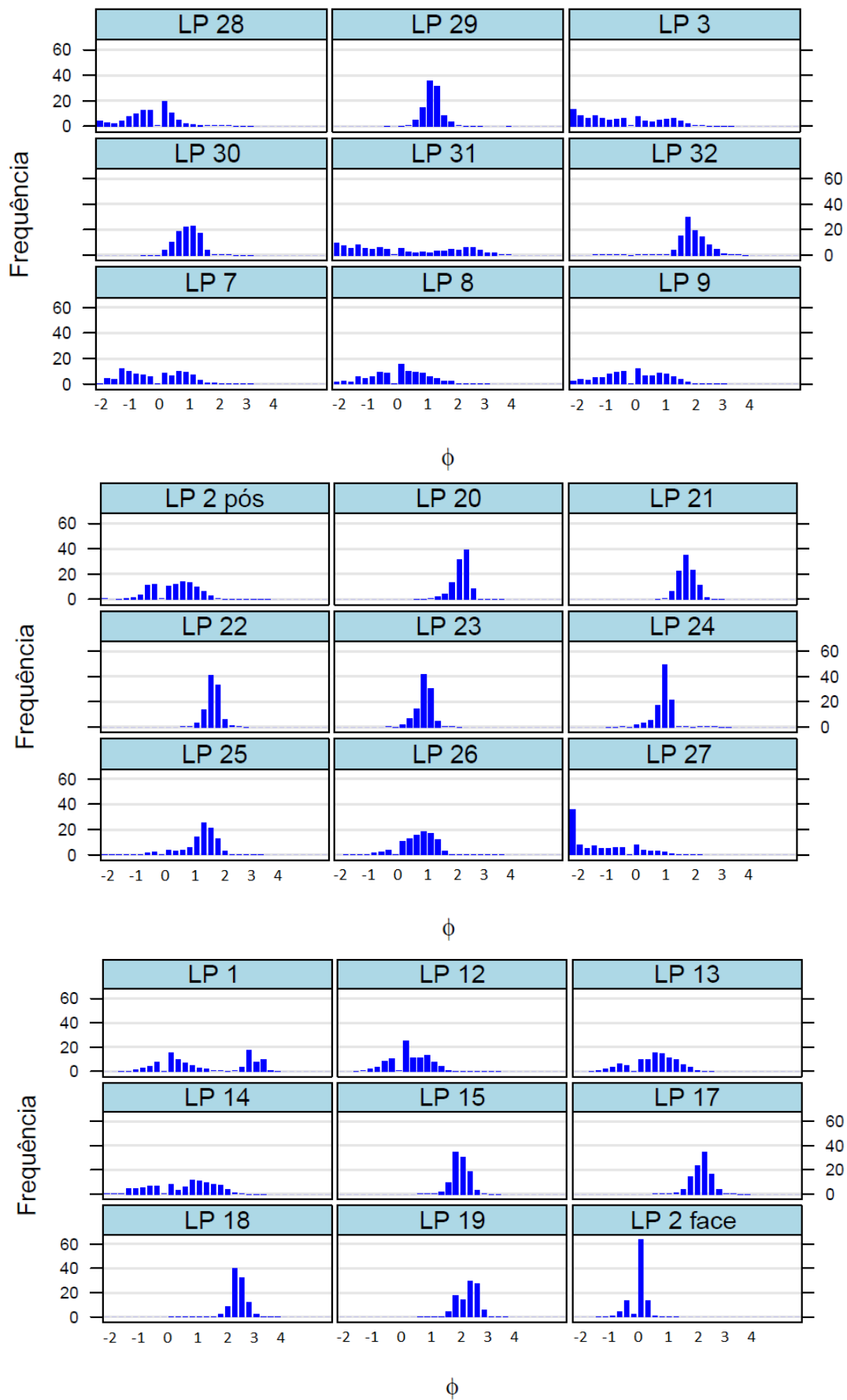


Figura 32: Distribuições granulométricas para amostras do setor margem oeste.

As informações apresentadas nos histogramas remetem a curvas muito distintas das apresentadas nos setores anteriores, de forma a expressar distribuições disformes, com níveis de dispersão relevantes e distribuições onde mais de um diâmetro de partícula apresentam frequências muito próximas, senão as mesmas, de forma a serem consideradas bimodais ou polimodais, como é o caso, por exemplo, das amostras MO4; MO5 (SC- sem carbonato); MO10; MO12; MO13, dentre a maioria analisadas neste setor.

Suas médias para o diâmetro das partículas estão entre  $\phi$  -0.9838 e -0.2172 para a classe de areia muito grossa,  $\phi$  -1.0926 para grânulo,  $\phi$  0.9413 e 0.0158 para areia grossa,  $\phi$  1.9113 e 1.0275 para areia média e, para a classe de areia fina a média de seu diâmetro ficou entre  $\phi$  2.5014 e 2.0420. O grau de seleção para este setor apresentou bastante variação entre o valor mais baixo (muito bem selecionado) de desvio padrão  $\sigma$  0.2479 e o seu valor mais alto  $\sigma$  1.8083 (pobremente selecionado).

As características do substrato deste setor se diferem dos demais setores até o momento descritos devido, provavelmente, à proximidade com as terras altas do escudo cristalino, com os sistemas de leques aluviais e com as barreiras pleistocênicas I e II (fig. 33, 34 e 35). É pertinente salientar que as granulações grosseiras presentes não sofreram o mesmo nível de retrabalhamento pelos quatro últimos eventos transgressivos e regressivos do nível do oceano, os quais retrabalharam e moldam até hoje os substratos dos demais setores oriundos, em sua maioria, da barreira holocênica IV. Portanto, é considerável que a maturidade dos sedimentos deste setor seja menor ao comparada com os demais já descritos.



Figura 33: Margem oeste da Lagoa dos Patos.



Figura 34: Acumulação de minerais pesados na margem oeste da Lagoa dos Patos.



Figura 35: Areias polimodais da margem oeste da Lagoa dos Patos.

#### 6.1.5. Setor lagunar Guaíba

Para finalizar as descrições granulométricas setoriais, são apresentados dados granulométricos numéricos (tabela 10) sobre 8 amostras das faces de praias do setor Guaíba. Estes também retomam a ambientes de granulometria consideravelmente heterogênea e que são expostos no relevo de maneira variável.

**Tabela 10: Dados numéricos com respectivas classificações para o setor guaíba.**

<b>AMOSTRAS</b>	<b>Latitude (UTM)</b>	<b>Longitude (UTM)</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>CLASSE</b>	<b>SELEÇÃO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>Praia Morretes</b>	6688959	472424	1.8291	Areia média	0.5670	Moderadamente bem selecionado
<b>Praia do Tigre</b>	6638165	495786	0.0602	Areia grossa	1.0088	Pobrememente selecionado
<b>Ilha Paquetá</b>	6688595	477281	1.4667	Areia média	0.7347	Moderadamente selecionado
<b>Praia da Pedreira</b>	6641441	495543	1.7739	Areia média	0.9655	Moderadamente selecionado
<b>Praia de Fora</b>	6638230	498215	2.1592	Areia fina	0.2534	Muito bem selecionado
<b>Praia do Araçá</b>	6640646	496023	0.7904	Areia grossa	1.1650	Pobrememente selecionado
<b>Praia das Pombas</b>	6642646	495157	0.6867	Areia grossa	1.6284	Pobrememente selecionado
<b>RSPA</b>	6655143	482438	0.8106	Areia grossa	0.9786	Moderadamente selecionado

Este setor possui características bastante semelhantes com o setor margem oeste, tanto em sua gênese quanto em suas distribuições granulométricas. Seu pacote sedimentar é formado por 50% de areia grossa, 37,5% de areia média e 12,5% de areia fina. Quanto aos seus níveis de seleção, este setor é constituído por 37,5% de amostras pobrememente selecionadas, 37,5% de amostras moderadamente selecionadas, 12,5% moderadamente bem selecionadas e 12,5% muito bem selecionadas.

Esta variação granulométrica (fig. 36 e 37) remete a algumas curvas não uniformes e que apresentam mais de uma classe modal em sua composição. O grau de dispersão também pode ser visualizado nos histogramas abaixo, onde são demonstradas frequências significativas em mais de uma classe de partículas para a maioria das amostras, subsidiando graficamente os dados numéricos.



Figura 36: Praia de cascalho no Parque de Itapuã.



Figura 37: Praia do setor Guaíba com Embasamento cristalino adjacente.

## Histogramas

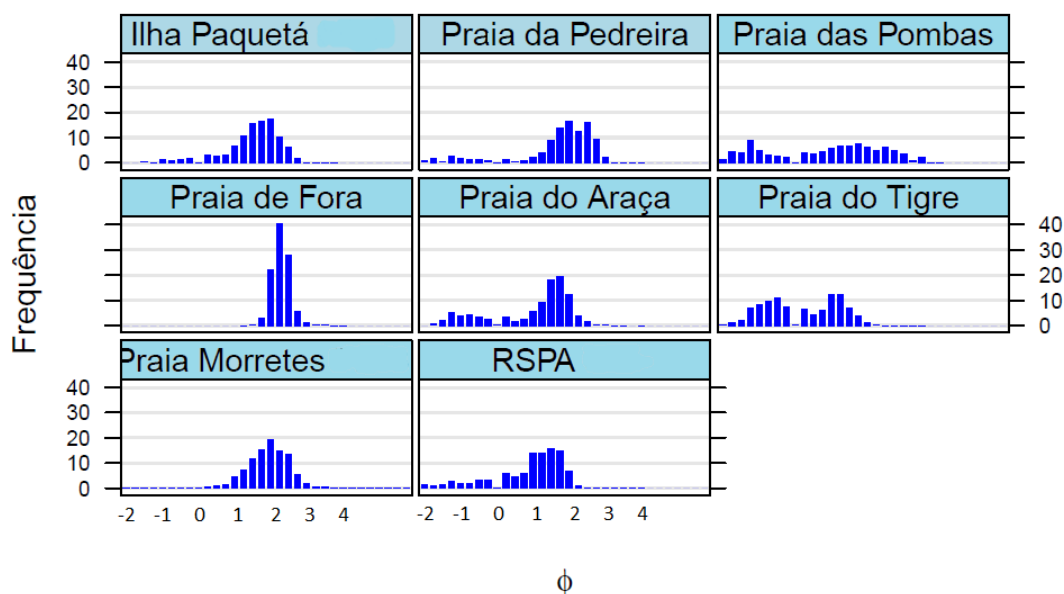


Figura 38: Distribuições granulométricas para amostras do setor guaíba.

O diâmetro médio dos grânulos teve sua variação entre os *φ* 0.0602 e 2.1592, enquanto que seu desvio padrão ou grau de seleção ( $\sigma$ ) variou entre os valores 0.2534 e 1.6284 (fig. 38).

Os demais parâmetros estatísticos aplicados a análises granulométricas de sedimentos estão presentes nos anexos, completando e complementando as informações granulométricas sobre as praias que compõem a Bacia Sedimentar de Pelotas.

### 7. Discussões

Por se tratar de amostras de faces de praia, serão contextualizadas as categorias do ISL referentes aos segmentos costeiros arenosos. São eles:

- ✓ ISL 3: praias dissipativas de areia média a fina, expostas;
- ✓ ISL 4: praias de areia grossa, de areia fina a média expostas, de areia fina a média abrigadas;
- ✓ ISL 5: praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais;
- ✓ ISL 6: praias de cascalho (seixos e calhaus), costa de detritos calcários;

Como já mencionado, a metodologia oficial definidora do Índice de Sensibilidade do Litoral a derramamentos de óleo leva em consideração o grau de exposição da costa à



energia de ondas e marés; a declividade do litoral; e o tipo de substrato. Estes fatores estão diretamente relacionados aos níveis de permeabilidade dos ambientes, propriedade definida como a capacidade que o substrato possui de permitir a passagem de fluidos através dele sem que haja deformações estruturais ou deslocamento relativo das suas partes componentes.

O coeficiente de permeabilidade  $K$  é utilizado para quantificar essa propriedade e obtido através da relação entre a velocidade do fluxo ou vazão do fluido que passa através de uma amostra de substrato. Também são adicionados à esta relação o gradiente de pressão e a viscosidade do fluido. Este coeficiente de permeabilidade foi denominado *darcy* e no que diz respeito a sedimentos inconsolidados, o mesmo é afetado pela granulometria, pelo seu grau de seleção, pela forma das partículas e pela disposição espacial das mesmas no relevo (SUGUIO, 2003).

A metodologia oficial do MMA com as especificações e normas técnicas para o mapeamento das Cartas SAO das bacias sedimentares marítimas brasileiras afirma que penetrações maiores são esperadas para sedimentos grossos e uniformes no tamanho do grão, ou seja, substratos bem selecionados. E que se os sedimentos são pouco selecionados, tais como praias mistas de areia e cascalho, a penetração é, normalmente, baixa. Esta lógica faz sentido teoricamente, pois o esperado é que as partículas mais finas ocupem os espaços (poros) entre as maiores granulações.

Porém, estudos de Pryor (1973) mostraram que essa relação se confirma em areias fluviais, mas que para areias de dunas e de praias, as quais são anômalas, apresentam permeabilidades crescentes com o decréscimo da seleção granulométrica. O método de classificação do ISL também não considera a disposição espacial das partículas no relevo, desconsiderando as dinâmicas ambientais que expõem diferentes tamanhos de sedimentos nas faces das praias, quando o pacote sedimentar é mal selecionado, em períodos de alta, moderada e baixa energia.

Apesar de variáveis fundamentais da dinâmica sedimentar não terem sido incorporadas nos métodos de classificação do ISL, este é bastante representativo para as praias dos setores oceânicos, lagunar estuarino e lagunar margem leste, pois são homogêneos granulometricamente e a sua variação granulométrica é baixa, ocorrendo apenas em uma

ou duas classes de tamanho de partícula (areia média e fina), com exceção da região dos concheiros. Como os pacotes sedimentares para estes setores são compostos basicamente por areia fina, mesmo com as mudanças hidrodinâmicas que ocorrem no ambiente, serão depositados sempre o mesmo tamanho de partícula, portanto a distribuição espacial dos sedimentos não variará enquanto tamanho de grão e sua permeabilidade será baixa e constante. Assim, de acordo com suas características granulométricas, podemos classificar as praias do setor oceânico como ISL 3, exceto o segmento dos concheiros do Albardão, as praias do setor lagunar estuarino como ISL 4, por estarem abrigadas, e as do setor lagunar margem leste como ISL 4, por estarem menos expostas que as praias do setor oceânico.

Os setores lagunares margem oeste, Guaíba e o segmento dos concheiros do Albardão, no setor oceânico, se diferem dos demais devido a heterogeneidade granulométrica presente em seus pacotes sedimentares. A metodologia oficial considera que pacotes sedimentares mal selecionados são menos sensíveis do que amostras de tamanhos de partículas uniformes.

Contrapondo esta interpretação, estudos de Costi (2008) e Pereira (2005) sobre a permeabilidade das praias do Rio Grande do Sul, comprovam maiores permeabilidades para a região dos Concheiros do Albardão, a qual apresenta distribuições granulométricas polimodais pobremente selecionadas. Enquanto que os menores valores de permeabilidade encontrados foram nas praias adjacentes a desembocadura da Lagoa dos Patos, onde a classe predominante é areia muito fina. Como resultante, tem-se estágios morfodinâmicos distintos, com praias de pente mais inclinada e com tendências reflectivas para a região dos Concheiros (Figueiredo Jr., 1975; Calliari & Klein, 1993; Klein, 1996 e Araujo, 2003) e, pendentes suaves e estágio dissipativo para a região da desembocadura do complexo lagunar, devido as descargas continentais de sedimentação muito fina na barra de Rio Grande (Calliari & Fachin, 1993; Siegle, 1996; Figueiredo, 2005).

Os mesmos autores ainda evidenciam que algumas praias do setor oceânico, para sul e para norte da desembocadura, como nas proximidades do navio Altair, Mar Grosso e Estreito as respectivas permeabilidades apresentaram valores intermediários

concordando com o estágio morfodinâmico intermediário. Estes ainda afirmam haver, de um modo geral, uma estreita relação entre os estágios morfodinâmicos e os coeficientes de permeabilidade.

O ISL torna-se equivocado para a classificação do segmento dos concheiros do Albardão por não considerar estudos anteriores sobre permeabilidade das praias, como os apontados, e em suas diretrizes para o mapeamento da sensibilidade do litoral não aborda práticas de testes de permeabilidade. Com isso, a classificação ISL 5 para este segmento torna-se totalmente subjetiva, negligenciando a real permeabilidade do ambiente e por conseguinte a sua sensibilidade a óleo.

As discrepâncias tendem a aumentar no setor lagunar margem oeste e lagunar guaíba, onde grande parte das amostras constituintes são compostas por pacotes pobremente selecionados de areia grossa (ISL 5), muito grossa (ISL 6) e média (ISL 4). Pois, no complexo lagunar Patos-Guaíba a disposição espacial dos sedimentos é resultado das variações hidrodinâmicas resultantes dos ventos e da descarga fluvial. Esta última, por sua vez, é fruto da variabilidade das precipitações, as quais são determinantes nas oscilações do nível d'água do corpo lagunar. Se associarmos essas variações do nível d'água no sistema com as forçantes eólicas teremos empilhamento de água na porção norte do sistema com ventos oriundos do quadrante sul, enquanto ventos de NE causam o rebaixamento do nível na mesma porção e empilhamento na porção sul do sistema e em sua margem oeste. Deste modo, as linhas de praia no sistema são extremamente variáveis e a granulometria exposta no relevo é depositada de acordo com as dinâmicas apresentadas acima, e quando o pacote sedimentar é heterogêneo, como o setor lagunar margem oeste e setor lagunar guaíba, os tipos de granulações dispostas nas faces de praia concordam com a energia do ambiente no momento, tornando-se difícil uma representatividade eficaz da sensibilidade deste ambiente a incidentes com óleo através da metodologia oficial, que embora seja uma simplificação, por vezes apresenta-se como estática e rasa.

Para que o método seja eficaz é importante que se considere todas as variáveis da dinâmica sedimentar dos ambientes, principalmente as que dizem respeito a deposição, pois afetam diretamente a permeabilidade dos pacotes sedimentares. Isto seria possível

se a metodologia utilizada para a classificação do ISL fosse baseada em estudos diagnósticos dos ambientes costeiros, de forma que as particularidades destes fossem respeitadas e não adequadas a uma metodologia generalizadora.

Desta forma, claro está a necessidade de um método mais dinâmico para a classificação da sensibilidade do litoral a óleo. Algumas alternativas seriam a construção de um ISL sazonal, que avaliasse a disposição sedimentar no relevo de acordo com os níveis de energia atuantes nos ambientes em períodos extremos, de inverno e verão, pois as variações sazonais das condições climáticas distinguem os padrões de transporte e deposição sedimentar em condições de baixa, moderada e alta energia, como um estudo realizado por Nordstrom (1977) em *SandHook, New Jersey*. Outra alternativa cabível é o uso de análises fatoriais, as quais considera a energia dos ventos e ondas, energia da corrente e a energia gravitacional para identificar tais padrões sedimentares (KLOVAN, 1966).

## **8. Conclusões**

A área de estudo presente na porção brasileira da Bacia Sedimentar de Pelotas possui uma diferenciação granulométrica expressiva ao longo de sua extensão, tanto em relação aos ambientes oceânicos quanto lagunares. Assim, a necessidade de estudos baseados em dados coletados *in situ* torna-se pertinente para que estes ambientes sejam representados e caracterizados de uma forma mais real e significativa.

Como já mencionado, o método oficial definidor do Índice de Sensibilidade do Litoral à derramamentos de óleo leva em consideração o grau de exposição da costa à energia de ondas e marés; a declividade do litoral; e o tipo de substrato. As informações apresentadas até o momento retomam à ambientes extremamente dinâmicos, e distintos, modificados constantemente pelas forças momentâneas atuantes (vento, ondas e correntes), de modo que a variabilidade dessas forçantes também atue na variabilidade do substrato exposto no relevo, mais precisamente na face de praia. Portanto, é necessário que se correlacione os fatores determinantes de classificação do ISL, juntamente com as mudanças sazonais dos sistemas atmosféricos, para que se obtenha um Índice de Sensibilidade realmente representativo.

Este estudo procurou oferecer subsídios à qualificação do processo de resposta a incidentes com óleo a partir de descrições sucintas, porém significativas, das características granulométricas das praias presentes na bacia de Pelotas e as contextualizou com o Índice de Sensibilidade do Litoral ao óleo (ISL), de forma a contribuir com um possível aperfeiçoamento do método oficial para o mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo para a área de estudo, indicando a necessidade de uma metodologia que acompanhe as dinâmicas ambientais da área, principalmente do sistema lagunar.

O presente trabalho insere-se no processo de contribuição e aperfeiçoamento do método de definição do ISL, sob a égide do Projeto “Mapeamento de Sensibilidade ao Óleo da Bacia Marítima de Pelotas”, aportando contribuições e sugestões da mesma forma que os estudos efetuados por Wally (2015), que elaborou um Índice de Sensibilidade ao óleo em ambientes fluviais e Marinho (2015) que propôs a Integração de parâmetros geomorfológicos e biológicos para um ISL mais representativo e vinculado à real sensibilidade dos ambientes.

#### **Sugestões para trabalhos futuros:**

- ❖ Desenvolvimento de estudos que correlacionem dados reais de níveis e ondas com os estágios morfodinâmicos, transporte e deposição nas praias lagunares.
- ❖ Desenvolvimento de estudos com experimentos em laboratório para verificar os coeficientes de permeabilidade para as praias do sistema lagunar Patos-Guaíba.
- ❖ Desenvolvimento de trabalhos de extensão que aproxime a comunidade desta temática, conscientize e proporcione a possibilidade da população agir como uma ação resposta aos incidentes com óleo, instruindo e orientando-a de como agir caso presenciados incidentes.

## 9. Referências

ALENCAR, C. A. G. **Mapeamento de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo: Estudo de Caso para Icapuí, Ceará**, 95 f. Tese (Mestrado em Política e Gestão Ambiental), 2003, Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2003.

Atlas eólico do Rio Grande do Sul. 2012. **Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, SEMC**. Porto Alegre, 70 p.

Baitelli, R., Corrêa, I.C.S., Toldo, E.E., Martins, L.R.S., Weschenfelder, J. Ayup-Zouain, R.N. **Sistema Lagunar: Síntese dos Conhecimentos sobre a Lagoa dos Patos**, et. al. 2009.

Bizzi, L. A., C. Schobbenhaus, R. M. Vodotti e J. H. Gonçalves. **Geologia, geotectônicas e recursos minerais do Brasil: textos, mapas & SIG**: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2003. 692 p.

BP. 2015. **British Petroleum Statistical Review of World Energy**. British Petroleum, London, UK. Disponível em: [bp.com/statisticalreview](http://bp.com/statisticalreview)

BRASIL. Lei Federal nº 9966/00, que ***“dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas e perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências”***.

BRASIL. Decreto-Lei 83.540/79, que ***“regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969, e dá outras providência”***.

BRASIL. Decreto-Lei 2.508/98, que ***“promulga a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios”***.

BRASIL. Decreto-Lei 4.871/03, que ***“dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências”***.

BRASIL. Decreto Nº 8.127/2013, **de 22 de outubro de 2013**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: **Imprensa Nacional**; 2013.

Carvalho, 2005. **Mapa de Sensibilidade Ambiental para Derrames de Óleo e Derivados na Porção Norte da Margem Leste e a Margem Norte da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul – Brasil**. Monografia de Graduação, FURG.

CETESB. 2007. **Ambientes costeiros contaminados por óleo**. Manual de orientação da Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental. 120 p. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

- CLARK, R. B. 2001. **Marine Pollution**. Oxford University Press, Oxford. 236 p.
- CLOSS, D. 1970. **Estratigrafia da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul**. IHERINGIA geologia Porto Alegre-RS. n°3.p 3-76.
- Coli, A. B. e M. M. Matta. **Análise das alturas de ondas ao largo do Rio Grande do Sul: dados históricos e altimétricos**. Departamento de Oceanologia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 1994. 58 p.
- Costa, C.S.B., Cordazzo, C.V., Seeliger, U. 1996. **Shore disturbance and dune plant distribution**. Journal of Coastal Research, 133-140.
- Cuchiara, D. , Fernandes, E. H. , Strauch, J. C. , Calliari, L. J. **CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DE ONDAS NA COSTA DO RIO GRANDE DO SUL**. VI Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite, SET/ 2005, Arraial do Cabo, RJ, pp 3 (publicado em CD sem paginação).
- DIAS, José Luciano de Mattos ; QUAGLINO, Maria Ana. **A questão do petróleo no Brasil: uma história da PETROBRÁS**. Rio de Janeiro: CPDOC: PETROBRAS, 1993. 211p.
- Dillenburg, S.R. 1994. **A Laguna de Tramandaí: Evolução Geológica e Aplicação do Método Geocronológico da Termoluminescência na Datação de Depósitos Sedimentares Lagunares**. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 142p.
- DINIZ, D. P. S. 2008. **CARTA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA A PORÇÃO NORTE DA BACIA DE PELOTAS, ESTADO DE SANTACATARINA, BRASIL**. . Trabalho de Conclusão de curso em Oceanologia. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 131 p.
- Fetter Filho, A.F.H. 1999. **Estudo da Circulação e Processos de Mistura da Lagoa dos Patos Através do Modelo de Circulação Oceânica da Universidade de Princeton (POM)**. Tese de Mestrado, FURG. Rio Grande-RS.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL RIO GRANDE DO SUL, FEPAM. **Região Hidrográfica Do Guaíba**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/guaiba.asp>
- GABINETE DA DEFESA CIVIL – GADEC PORTO ALEGRE. **Medição Diária na Ilha da Pintada e Parque Harmonia**. Disponível em: [http://www2.portoalegre.rs.gov.br/codec/default.php?p\\_secao=72](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/codec/default.php?p_secao=72)

GARCIA, C.A.E. 1998. Oceanografia Física. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.;CASTELLO, J.P., (Eds.). **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**:104-106. Rio Grande: Ecoscientia.

Giannini, P. C. F. **Complexo Lagunar Centro-Sul Catarinense: Valioso patrimônio sedimentológico, arqueológico e histórico**. In: Schobbenhaus, Campos, *et al* (Ed.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. **Complexo Lagunar Centro-Sul Catarinense: Valioso patrimônio sedimentológico, arqueológico e histórico**, p.554.

Gilbert, E. R., Camargo, M. G., Sandrini, L. 2015. **Package 'rysgran'**. 22p. Disponível em: <http://cran.r-project.org/>

GIL, A. C. 2007. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2007.

GUNDLACH, E. R.; HAYES, M. O. 1978. **Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts**. Journal of Marine Technology Society. Carolina do Sul, 12 (4): pag. 18-27.

HALLS, J.; MICHEL, J.; ZENGEL, S.; PETERSEN, J. 1997. **Environmental Sensitivity Index Guidelines , version 2.0**. Seattle: Harzadous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 79 p.

IBGE,. 1986. Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística. **Levantamento dos recursos naturais**. Folha sh 22. Porto Alegre, vol 33. RJ.

ITOPF. 2015. **International Tanker Owners Pollution Federation Limited, London, UK**. Disponível em: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

Klovan, J. E. **The use of factor analysis in determining depositional environments from grain-size distributions**. Journal of Sedimentary Petrology, Vol.36, No. 1, pp. 115-125. Figs. 1-6, March, 1966.

Lacerda, C. S. e G. Griep. **Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo – Cartas SAO – para a Costa Oeste da Lagoa dos Patos, RS, Brasil**. Departamento de Ocanografia, FURG, Rio Grande, 2006.

LANDEIRO, V. L. 2011. **Introdução ao uso do programa R**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Programa de Pós Graduação em Ecologia.

LIMA, M. V.; BRITO, D. D.; MILANELLI, J. C. C. 2008. **Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a derrames de Óleo em Ilhabela, São Paulo**. Revista Brasileira de Cartografia No. 60/02.



MARINHO, C. 2012. **Avaliação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) no âmbito das Cartas SAO: Identificação de lacunas e proposição das variáveis biológicas em sua composição.** Trabalho de conclusão de curso de Oceanologia. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 82p.

Martins, L.R. 1967. **Aspectos texturais e deposicionais dos Sedimentos Praiais e Eólicos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.** Publicação Especial da Escola de Geologia. UFRGS. Porto Alegre, n.13.

MILANELLI, J.C.C. **Vazamentos de óleo no mar: Impactos Ambientais e Procedimentos de Emergência,** 2011.

MILANELLI, J. C. C. 2012. **Curso de Vazamento de óleo no mar – aspectos ecológicos e ações de combate realizado na FURG.**

Milani, E. J., J. A. S. L. Brandão, P. V. Zalan e L. A. Gamboa. **Petróleo na margem continental brasileira.** Brazilian Journal of Geophysics. 18. 2000.

Möller Jr., O.O. 1996. **Hydrodynamique de la Lagune dos Patos (30°S, Brésil).** Mesures et Modélisation. Tese de Doutorado. L'Universite Bordeaux I. França.

Möller Jr., O.O., Lorenzenti, J.A., Stech, J.L. e Mata, M.M. 1996. **The Patos Lagoon Summertime Circulation and Dynamics.** In: Continental Shelf Research, número 3, volume 16, p.335-351. Great Britain.

MMA. 2007. **Atlas de Sensibilidade Ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 133 p.

MMA. 2007. **Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 107 p.

Nicolodi, J. L.; Toldo, E. E.; Farina, L. 2010. **Dinâmica e ressuspensão por ondas no Lago Guaíba (RS, Brasil) e implicações nos locais de captação de água para abastecimento humano.** Publicação em Pesquisas e Geociências, 37: pag. 25-39. Porto Alegre. UFRGS.

Nicolodi, J.L., Siegle, E. Redchen F, R, (2002). **Análise sedimentológica do pós- praia no Rio Grande do Sul.** Relatório do CECO-IGUFRGS. In: Martins L.R., Toldo, E.E. Jr., Dillenburg, S.R. (eds). Projeto Erosão costeira: causas, análise de risco e sua gênese de depósitos minerais. Porto Alegre.

Nordstrom, K. F. **The use of grain size statistics to distinguish between high and moderate energy beach environments.** Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 47, No. 3, p. 1287-1294. Figs. 1-6, September, 1977.

Piovesan, R., 2006. **Modelagem Hidrodinâmica da Lagoa dos Patos, RS, Aplicada à Dispersão de Óleo. Dissertação de Mestrado.** Universidade Federal do Rio Grande.

PETROBRÁS. 2006. **Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo. Ambientes estuarinos, costeiros e fluviais.** 166 p.

SANTOS, V. L. C. 2009. **BANCO DE DADOS AMBIENTAIS DA BACIA DE PELOTAS: UMA FERRAMENTA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL.** Trabalho de Conclusão de curso em Oceanologia. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 65p.

SILVEIRA, D. P.; MACHADO, M.A.P.(2004). **Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Pelotas.** Boletim informativo da Fundação Paleontológica Phoenix. Ano 6.nº 63.

SOARES, I, MÖLLER, O. 2001: **Low-frequency currents and water mass spatial distribution on the Southern Brazilian Shelf.** Continental Shelf Research, 21(16-17), 1785\_1814.

Suguio, K., L. Martin, J. M. Flexor e A. E. G. Azevedo. **The Quaternary sedimentary deposits in the states of Paraná and Santa Catarina coastal plains.** Quaternary Of South America And Antarctic Peninsula. Balkema.Rotterdã. 4: 3-25 p. 1986.

Suguio, K. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1973.

Suguio, K. **Geologia Sedimentar.** São Paulo: Editora Blucher, 2003.

Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. 1996. **Quaternary Geological Evolution of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 68:373-382.

Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. 2000. **O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira.** In: Holz, M. & De Ros, L.F.(Ed). **Geologia do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, CECO/UFRGS. p. 375-406.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Identificação das alternativas possíveis e prováveis para regularização das vazões do rio Gravataí,** Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre: CPRM, p. 1-8. 2002.

VASCONCELOS, T. L.; BARBOSA, C. C. A.; VALDEVINO, D. S.; SÁ, L. A. C. M. 2010. **Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo e sua distribuição no Brasil**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Recife, PE.

Villwock, J.A.; Tomazelli, L.J. ; Loss, E.L.;Dehnhardt, E.A.; Horn Filho, N.O.; Bachi, F.A.&Dehnhardt, B.A. 1986. Geology of The RioGrande doSul Coastal Province. In: Rabassa,J. (Ed.). **Quaternary of South America and Antartic Peninsula**, 4:79-97.

WALLY, 2015. **ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AO ÓLEO EM AMBIENTES FLUVIAIS APLICADO A REGIÃO DO PÓLO PETROQUÍMICO DE TRIUNFO E DO DELTA DO JACUÍ** , RS. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 93p.

## ANEXOS

### SETOR COSTEIRO

Tabela referente as porcentagens equivalentes as classes texturais

Amostras	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
LSC 1	0.0000	100.0000	0	0
LSC 2	0.0000	100.0000	0	0
LSC 3	0.0000	100.0000	0	0
LSC 4	0.0000	100.0000	0	0
LSC 5	0.0000	100.0000	0	0
LSC 6	0.0000	100.0000	0	0
LSC 7	0.0000	100.0000	0	0
LSC 8	0.0000	100.0000	0	0
LSC 9	0.0000	100.0000	0	0
LSC 10	0.0000	100.0000	0	0
LSC 11	0.0000	100.0000	0	0
LSC 12	0.0000	100.0000	0	0
LSC 13	0.0000	100.0000	0	0
LC 2	0.0000	100.0000	0	0
LC 3	0.0000	100.0000	0	0
LC 6	0.0000	100.0000	0	0
LC 11	0.0000	100.0000	0	0
LC 12	0.0000	100.0000	0	0
LC 15	0.0000	100.0000	0	0
LC 16	0.0000	100.0000	0	0
LC 18	0.0000	100.0000	0	0
LC 19	0.0000	100.0000	0	0
LC 20	0.0000	100.0000	0	0
LC 21	0.0000	100.0000	0	0
LC 22	0.0000	100.0000	0	0
LC 23	0.0000	100.0000	0	0
LC 24	0.0000	100.0000	0	0
LC 25	0.0000	100.0000	0	0
LC 26	0.0000	100.0000	0	0
LC 27	0.0000	100.0000	0	0
LC 28	1.5490	98.4510	0	0
LC 29	0.0000	100.0000	0	0
LC 30	0.0000	100.0000	0	0
LC 30 SC	0.0000	100.0000	0	0
LC 31	0.0000	100.0000	0	0
LC 32	0.0000	100.0000	0	0
LC 33	0.0000	100.0000	0	0
LC 34	0.0000	100.0000	0	0
LC 34 SC	0.0000	100.0000	0	0
LC 35	31.9539	68.0461	0	0
LC 35 SC	0.0000	100.0000	0	0
LC 36	14.5090	85.4910	0	0
LC 36 SC	0.0000	100.0000	0	0
LC 37	0.3579	99.6421	0	0

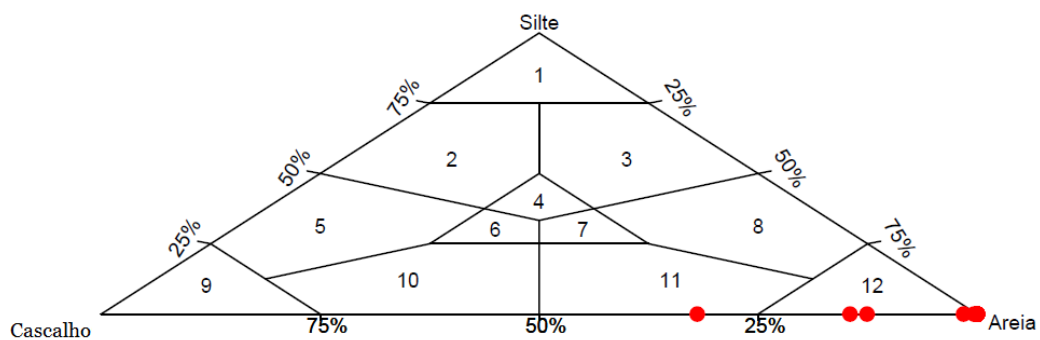
<b>LC 37 SC</b>	0.0000	100.0000	0	0
<b>LC 38</b>	0.0000	100.0000	0	0
<b>TS 1</b>	0.0000	100.0000	0	0
<b>TS 2</b>	12.5674	87.4326	0	0
<b>TS 3</b>	0.0000	100.0000	0	0
<b>TS 4</b>	0.0000	100.0000	0	0

Tabela com parâmetros estatísticos

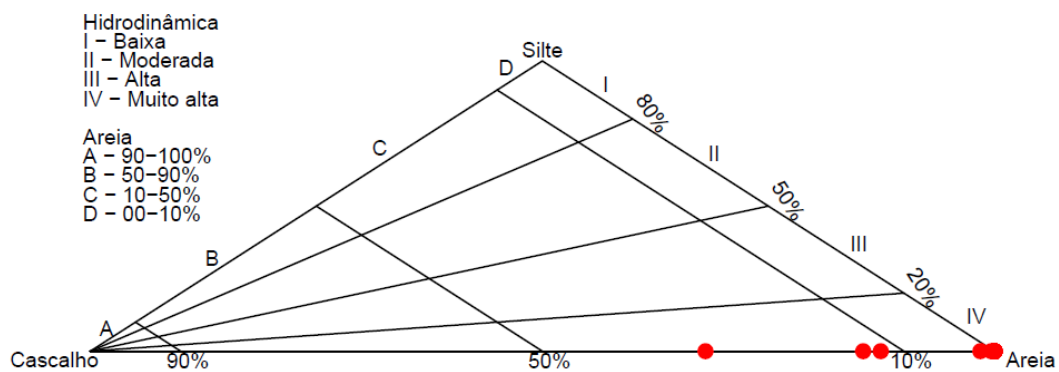
<b>Amostras</b>	<b>Mediana</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Classificação</b>	<b>Curtose</b>	<b>Classificação</b>
<b>LSC 1</b>	2.5257	-0.0194	Aprox. Simétrica	1.0615	Mesocúrtica
<b>LSC 2</b>	2.5257	-0.0341	Aprox. Simétrica	1.0549	Mesocúrtica
<b>LSC 3</b>	2.5418	-0.0166	Aprox. Simétrica	1.0286	Mesocúrtica
<b>LSC 4</b>	2.6025	-0.0704	Aprox. Simétrica	1.1355	Leptocúrtica
<b>LSC 5</b>	2.5257	-0.0887	Aprox. Simétrica	1.0203	Mesocúrtica
<b>LSC 6</b>	2.4731	-0.1137	Negativa	0.9551	Mesocúrtica
<b>LSC 7</b>	2.4206	-0.0155	Aprox. Simétrica	1.0003	Mesocúrtica
<b>LSC 8</b>	2.5782	-0.0492	Aprox. Simétrica	1.0479	Mesocúrtica
<b>LSC 9</b>	2.2751	0.0200	Aprox. Simétrica	0.9414	Mesocúrtica
<b>LSC 10</b>	2.3074	0.0192	Aprox. Simétrica	0.9809	Mesocúrtica
<b>LSC 11</b>	2.4044	0.0360	Aprox. Simétrica	1.0036	Mesocúrtica
<b>LSC 12</b>	2.5337	-0.1181	Negativa	1.0426	Mesocúrtica
<b>LSC 13</b>	2.4691	0.0232	Aprox. Simétrica	1.0385	Mesocúrtica
<b>LC 2</b>	2.3721	0.0005	Aprox. Simétrica	1.0226	Mesocúrtica
<b>LC 3</b>	2.5499	0.0048	Aprox. Simétrica	1.0005	Mesocúrtica
<b>LC 6</b>	2.2993	0.0229	Aprox. Simétrica	1.0129	Mesocúrtica
<b>LC 11</b>	2.2751	-0.0015	Aprox. Simétrica	0.9723	Mesocúrtica
<b>LC 12</b>	2.4772	0.0048	Aprox. Simétrica	0.9900	Mesocúrtica
<b>LC 15</b>	2.5135	0.0553	Aprox. Simétrica	0.9255	Mesocúrtica
<b>LC 16</b>	2.4085	-0.0258	Aprox. Simétrica	0.9429	Mesocúrtica
<b>LC 18</b>	2.4367	0.0058	Aprox. Simétrica	0.9693	Mesocúrtica
<b>LC 19</b>	2.5863	-0.0328	Aprox. Simétrica	1.0302	Mesocúrtica
<b>LC 20</b>	2.3761	-0.0240	Aprox. Simétrica	0.8941	Platicúrtica
<b>LC 21</b>	2.6550	0.0046	Aprox. Simétrica	1.0877	Mesocúrtica
<b>LC 22</b>	2.3802	-0.0225	Aprox. Simétrica	0.9285	Mesocúrtica
<b>LC 23</b>	2.3276	-0.0374	Aprox. Simétrica	1.0407	Mesocúrtica
<b>LC 24</b>	2.4044	0.0019	Aprox. Simétrica	1.0556	Mesocúrtica
<b>LC 25</b>	2.5135	0.0220	Aprox. Simétrica	1.0008	Mesocúrtica
<b>LC 26</b>	2.4246	-0.0118	Aprox. Simétrica	1.0998	Mesocúrtica
<b>LC 27</b>	2.3034	-0.0839	Aprox. Simétrica	0.9763	Mesocúrtica
<b>LC 28</b>	2.3600	-0.0234	Aprox. Simétrica	0.9268	Mesocúrtica
<b>LC 29</b>	3.0430	-0.1484	Negativa	0.9390	Mesocúrtica
<b>LC 30</b>	2.8894	-0.0159	Aprox. simétrica	1.1898	Leptocúrtica
<b>LC 30 SC</b>	2.9015	0.0896	Aprox. simétrica	0.9953	Mesocúrtica
<b>LC 31</b>	2.6307	-0.1434	Negativa	1.0423	Mesocúrtica
<b>LC 32</b>	2.4246	-0.0661	Aprox. simétrica	0.8625	Platicúrtica
<b>LC 33</b>	2.4448	0.0074	Aprox. simétrica	1.1323	Leptocúrtica
<b>LC 34</b>	2.0932	-0.2332	Negativa	1.0107	Mesocúrtica
<b>LC 34 SC</b>	2.1336	-0.1739	Negativa	0.9609	Mesocúrtica
<b>LC 35</b>	1.9477	-0.7264	Muito negativa	0.4413	Muito

					platicúrtica
<b>LC 35 SC</b>	2.2347	-0.1929	Negativa	0.9717	Mesocúrtica
<b>LC 36</b>	1.8669	-0.6507	Muito negativa	0.8442	Platicúrtica
<b>LC 36 SC</b>	2.1498	-0.2027	Negativa	1.1671	Leptocúrtica
<b>LC 37</b>	2.1377	-0.2890	Negativa	1.0563	Mesocúrtica
<b>LC 37 SC</b>	1.8952	0.1465	Positiva	1.0476	Mesocúrtica
<b>LC 38</b>	2.3802	-0.0422	Aprox. simétrica	1.0368	Mesocúrtica
<b>TS 1</b>	2.6146	-0.0227	Aprox. simétrica	0.9291	Mesocúrtica
<b>TS 2</b>	2.0932	-0.7433	Muito negativa	4.1781	Extremamente leptocúrtica
<b>TS 3</b>	2.0285	-0.1334	Negativa	0.8367	Platicúrtica
<b>TS 4</b>	1.5840	0.0820	Aprox. simétrica	1.3641	Leptocúrtica

## Diagrama de Shepard



## Diagrama de Pejrup



## SETOR ESTUARINO

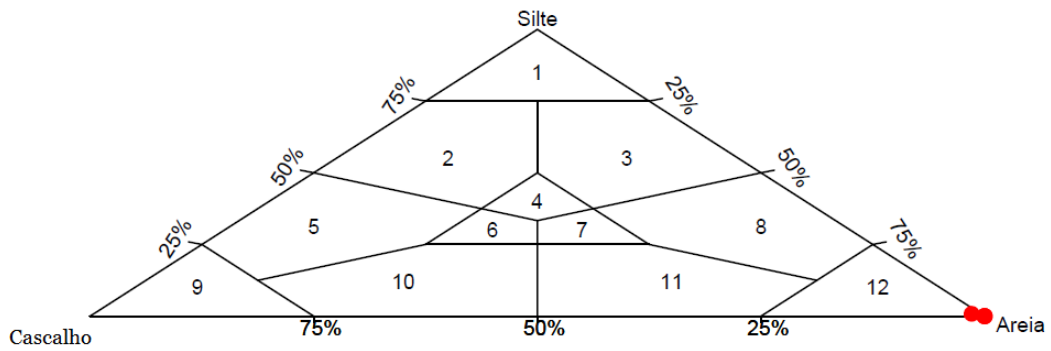
Tabela referente as porcentagens equivalentes as classes texturais

<b>Amostras</b>	<b>Cascalho (%)</b>	<b>Areia (%)</b>	<b>Silte (%)</b>	<b>Argila (%)</b>
<b>Praia próxima ao Molhe Leste</b>	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
<b>Marambaia- Ilha dos Marinheiros</b>	0.0351	99.9649	0.0000	0.0000
<b>Porto Rei- Ilha dos Marinheiros</b>	1.0310	97.9264	0.0000	0.0000
<b>Areias Gordas</b>	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
<b>Areias Gordas coleta</b>	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
<b>Areias Gordas coleta 2</b>	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000

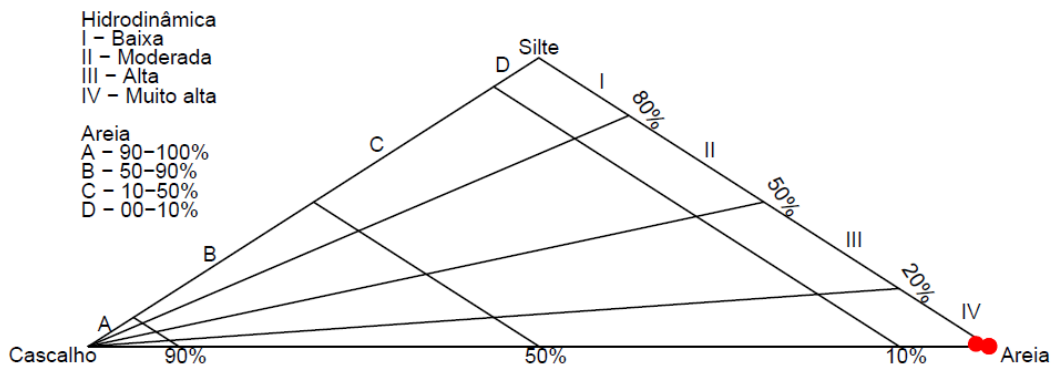
Tabela com parâmetros estatísticos

<b>Amostras</b>	<b>Mediana</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Classificação</b>	<b>Curtose</b>	<b>Classificação</b>
<b>Praia próxima ao Molhe Leste</b>	2.3842	-0.0355	Aprox. Simétrica	0.9843	Mesocúrtica
<b>Marambaia- Ilha dos Marinheiros</b>	2.3236	-0.0473	Aprox. Simétrica	1.0305	Mesocúrtica
<b>Porto Rei- Ilha dos Marinheiros</b>	2.5135	0.0568	Aprox. Simétrica	1.6115	Muito leptocúrtica
<b>Areias Gordas</b>	2.2306	0.0339	Aprox. Simétrica	1.0292	Mesocúrtica
<b>Areias Gordas coleta</b>	2.1538	0.0529	Aprox. Simétrica	0.8805	Platicúrtica
<b>Areias Gordas coleta 2</b>	2.1175	0.0283	Aprox. Simétrica	0.9562	Mesocúrtica

## Diagrama de Shepard



## Diagrama de Pejrup





## SETOR MARGEM LESTE

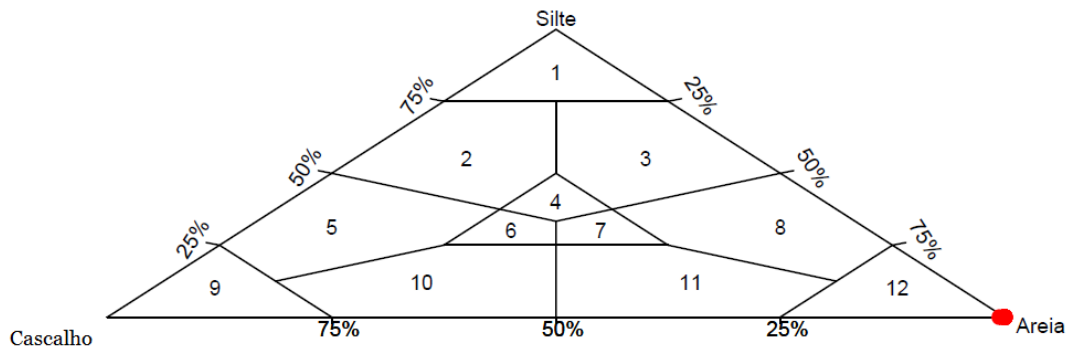
Tabela referente as porcentagens equivalentes as classes texturais

Amostras	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
ME 2	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 6	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 9	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 12	0.5676	99.4323	0.0000	0.0000
ME 14	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 16	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 19	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 24	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 27	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 30	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 33	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 36	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 39	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 42	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 50	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 53	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 63	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 66	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME 69	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
ME ÚLTIMO	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000

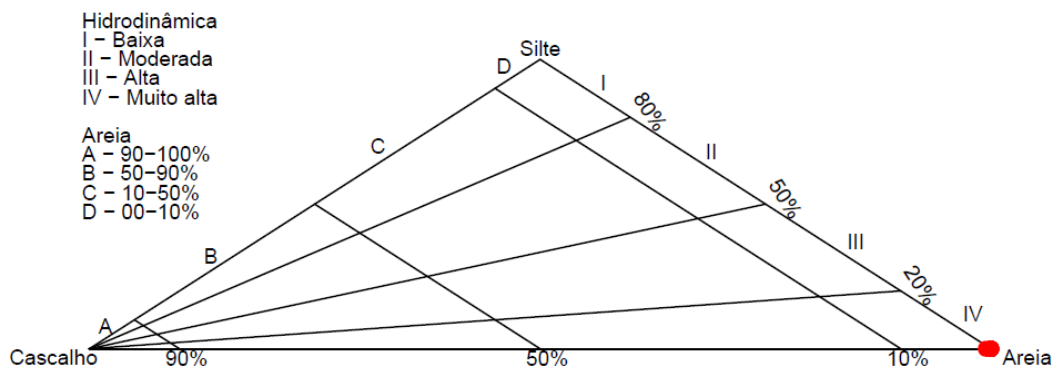
Tabela com parâmetros estatísticos

Amostras	Mediana	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
ME 2	2.0972	-0.2632	Negativa	1.1164	Leptocúrtica
ME 6	2.3640	0.1150	Positiva	1.0983	Mesocúrtica
ME 9	2.2993	0.0551	Aprox. Simétrica	0.9487	Mesocúrtica
ME 12	2.4085	-0.3166	Muito negativa	1.0258	Mesocúrtica
ME 14	2.4408	-0.0771	Aprox. Simétrica	1.2455	Leptocúrtica
ME 16	2.4529	0.1218	Positiva	1.0867	Mesocúrtica
ME 19	2.0164	-0.2328	Negativa	0.8477	Platicúrtica
ME 24	1.9275	0.0138	Aprox. Simétrica	0.7573	Platicúrtica
ME 27	1.9639	-0.1359	Negativa	0.7488	Platicúrtica
ME 30	2.1255	-0.2189	Negativa	1.0488	Mesocúrtica
ME 33	2.4125	0.1095	Positiva	1.1475	Leptocúrtica
ME 36	2.5337	0.3251	Muito positiva	1.2435	Leptocúrtica
ME 39	2.1013	-0.2371	Negativa	0.9959	Mesocúrtica
ME 42	2.0609	-0.2512	Negativa	0.9493	Mesocúrtica
ME 50	2.4448	0.1979	Positiva	1.0666	Mesocúrtica
ME 53	2.0932	-0.2639	Negativa	1.2837	Leptocúrtica
ME 63	2.2710	0.0190	Aprox. Simétrica	1.2016	Leptocúrtica
ME 66	2.4812	0.2567	Positiva	0.8897	Platicúrtica
ME 69	2.1862	0.1274	Positiva	1.2575	Leptocúrtica
ME ÚLTIMO	2.1457	-0.1386	Negativa	1.4832	Leptocúrtica

## Diagrama de Shepard



## Diagrama de Pejrup



**SETOR MARGEM OESTE**

Tabela referente as porcentagens equivalentes as classes texturais

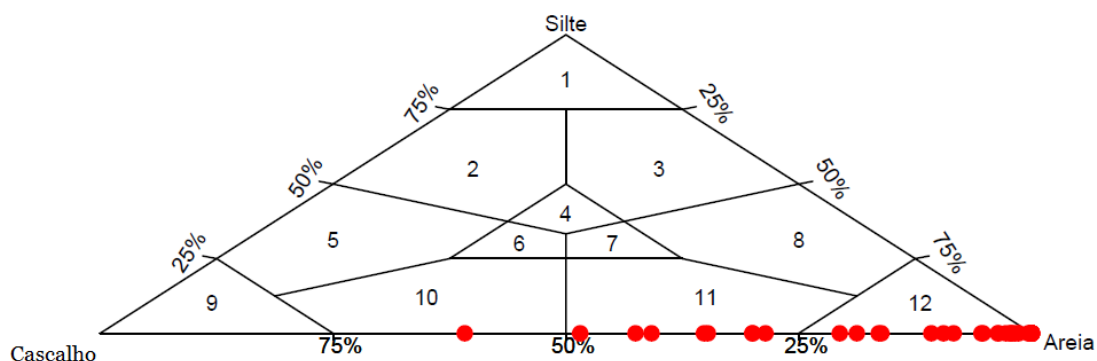
<b>Amostras</b>	<b>Cascalho (%)</b>	<b>Areia (%)</b>	<b>Silte (%)</b>	<b>Argila (%)</b>
MO 1	16.4125	83.5874	0.0000	0.0000
MO 2	48.4687	51.5312	0.0000	0.0000
MO 3	8.3777	91.6222	0.0000	0.0000
MO 4	40.8104	59.1895	0.0000	0.0000
MO 5	35.1819	64.8180	0.0000	0.0000
MO 5 SC	28.5751	71.4248	0.0000	0.0000
MO 6	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
MO 7	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
MO 8	2.2265	97.7734	0.0000	0.0000
MO 9	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
MO 10	29.9429	70.0570	0.0000	0.0000
MO 11	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
MO 12	0.1215	99.8784	0.0000	0.0000
MO 13	5.2180	94.7819	0.0000	0.0000
MO 15	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
MO 16	5.3915	94.6084	0.0000	0.0000
MO 17	1.4022	98.5977	0.0000	0.0000
MO 18	9.4678	90.5321	0.0000	0.0000
LP 1	2.1043	97.8956	0.0000	0.0000
LP 2 FACE	0.3546	99.6453	0.0000	0.0000
LP 2 PÓS	3.5832	96.4167	0.0000	0.0000
LP 3	42.5288	57.4711	0.0000	0.0000
LP 7	29.9950	70.0049	0.0000	0.0000
LP 8	16.1358	83.8641	0.0000	0.0000
LP 9	18.7669	81.2330	0.0000	0.0000
LP 12	2.7825	97.2174	0.0000	0.0000
LP 13	3.6153	96.3846	0.0000	0.0000
LP 14	10.7696	89.2303	0.0000	0.0000
LP 15	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 17	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 18	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 19	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 20	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 21	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 22	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 23	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 24	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 25	2.2968	97.7031	0.0000	0.0000
LP 26	1.7771	98.2228	0.0000	0.0000
LP 27	60.8613	39.1386	0.0000	0.0000
LP 28	20.6001	79.3998	0.0000	0.0000
LP 29	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 30	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
LP 31	34.7649	65.2350	0.0000	0.0000
LP 32	0.2244	99.7755	0.0000	0.0000

Tabela com parâmetros estatísticos

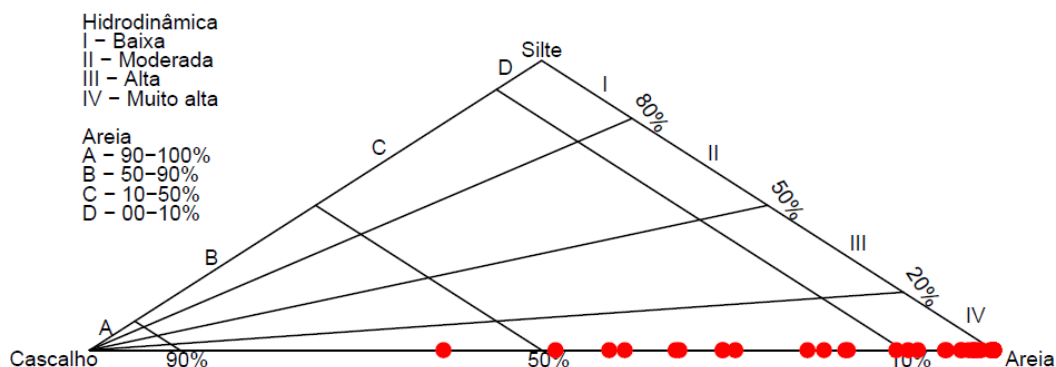
<b>Amostras</b>	<b>Mediana</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Classificação</b>	<b>Curtose</b>	<b>Classificação</b>
<b>MO 1</b>	0.7877	-0.3518	Muito negativa	0.9706	Mesocúrtica
<b>MO 2</b>	-0.9824	0.0067	Aprox. Simétrica	1.0845	Mesocúrtica
<b>MO 3</b>	0.8807	-0.4718	Muito negativa	1.8771	Muito leptocúrtica
<b>MO 4</b>	-0.7642	-0.2530	Negativa	0.6989	Platicúrtica
<b>MO 5</b>	-0.2064	-0.0863	Aprox. Simétrica	0.6315	Muito platicúrtica
<b>MO 5 SC</b>	-0.0609	-0.1606	Negativa	0.7618	Platicúrtica
<b>MO 6</b>	1.0505	-0.0509	Aprox. Simétrica	1.0715	Mesocúrtica
<b>MO 7</b>	1.0464	-0.0485	Aprox. Simétrica	1.1112	Leptocúrtica
<b>MO 8</b>	0.8484	-0.6131	Muito n	1.4748	Leptocúrtica
<b>MO 9</b>	1.4182	0.0613	Aprox. Simétrica	1.5827	Muito platicúrtica
<b>MO 10</b>	-0.2387	-0.1120	Negativa	0.8162	Platicúrtica
<b>MO 11</b>	1.7052	0.3036	Muito positiva	0.9009	Mesocúrtica
<b>MO 12</b>	0.2664	0.3466	Muito positiva	1.0011	Mesocúrtica
<b>MO 13</b>	-0.0528	0.1365	Positiva	0.8044	Platicúrtica
<b>MO 15</b>	1.4304	-0.0181	Aprox. Simétrica	0.9552	Mesocúrtica
<b>MO 16</b>	0.5331	-0.2593	Negativa	0.9799	Mesocúrtica
<b>MO 17</b>	1.3415	-0.4749	Muito negativa	1.0906	Mesocúrtica
<b>MO 18</b>	0.2381	0.0311	Aprox. Simétrica	0.7945	Platicúrtica
<b>LP 1</b>	0.8282	0.2988	Positiva	0.6093	Muito platicúrtica
<b>LP 2 FACE</b>	0.1128	-0.4344	Muito negativa	2.0240	Muito leptocúrtica
<b>LP 2 PÓS</b>	0.4361	-0.1569	Negativa	0.7734	Platicúrtica
<b>LP 3</b>	-0.6308	0.2210	Positiva	0.6468	Muito platicúrtica
<b>LP 7</b>	-0.2751	0.0795	Aprox. Simétrica	0.7019	Platicúrtica
<b>LP 8</b>	0.1572	-0.1165	Negativa	0.9369	Mesocúrtica
<b>LP 9</b>	0.0724	-0.0855	Aprox. Simétrica	0.8430	Platicúrtica
<b>LP 12</b>	0.2381	-0.0099	Aprox. Simétrica	0.8388	Platicúrtica
<b>LP 13</b>	0.6827	-0.2171	Negativa	1.1030	Mesocúrtica
<b>LP 14</b>	0.8039	-0.2892	Negativa	0.7538	Platicúrtica
<b>LP 15</b>	2.0245	0.0579	Aprox. Simétrica	0.9648	Mesocúrtica

LP 17	2.2993	-0.1159	Negativa	1.0052	Mesocúrtica
LP 18	2.4852	0.0713	Aprox. Simétrica	1.1041	Mesocúrtica
LP 19	2.3680	-0.1762	Negativa	0.8135	Platicúrtica
LP 20	2.2387	-0.2185	Negativa	1.1429	Leptocúrtica
LP 21	1.9032	0.0479	Aprox. Simétrica	0.9867	Mesocúrtica
LP 22	1.6971	-0.0084	Aprox. Simétrica	1.0473	Mesocúrtica
LP 23	0.9130	-0.1525	Negativa	1.1270	Leptocúrtica
LP 24	1.1151	-0.2094	Negativa	1.4552	Leptocúrtica
LP 25	1.3819	-0.3974	Muito negativa	1.5964	Muito leptocúrtica
LP 26	0.7675	-0.2256	Negativa	1.0964	Mesocúrtica
LP 27	-1.4512	0.5586	Muito positiva	0.7295	Platicúrtica
LP 28	-0.3600	0.0121	Aprox. Simétrica	1.1443	Leptocúrtica
LP 29	1.2121	-0.0045	Aprox. Simétrica	1.1429	Leptocúrtica
LP 30	0.9494	-0.0612	Aprox. Simétrica	0.8655	Platicúrtica
LP 31	-0.2509	0.2864	Positiva	0.6084	Muito platicúrtica
LP 32	1.9881	0.1827	Positiva	1.0829	Mesocúrtica

## Diagrama de Shepard



## Diagrama de Pejrup



### SETOR GUAÍBA

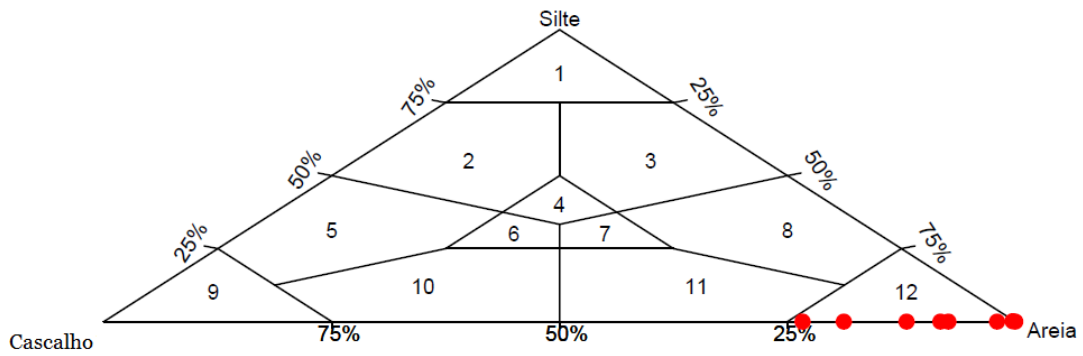
Tabela referente as porcentagens equivalentes as classes texturais

Amostras	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
Praia Morretes	0.2149	99.5464	0.1518	0.0867
Praia do Tigre	18.8148	81.1851	0.0000	0.0000
Ilha Paquetá	1.9965	98.0034	0.0000	0.0000
Praia da Pedreira	7.3436	92.6563	0.0000	0.0000
Praia de Fora	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000
Praia do Araçá	11.9316	88.0683	0.0000	0.0000
Praia das Pombas	23.3412	76.6587	0.0000	0.0000
RSPA	8.2142	91.7857	0.0000	0.0000

Tabela com parâmetros estatísticos

Amostras	Mediana	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
Praia Morretes	1.8467	-0.0714	Aprox. simétrica	1.0116	Mesocúrtica
Praia do Tigre	0.1007	-0.0530	Aprox. simétrica	0.6678	Muito Platicúrtica
Ilha Paquetá	1.5395	-0.2799	Negativa	1.3761	Leptocúrtica
Praia da Pedreira	1.8669	-0.3903	Muito negativa	1.8212	Muito leptocúrtica
Praia de Fora	2.1579	0.0312	Aprox. simétrica	0.9806	Mesocúrtica
Praia do Araçá	1.3334	-0.6073	Muito negativa	0.9660	Mesocúrtica
Praia das Pombas	1.0343	-0.2458	Negativa	0.6856	Platicúrtica
RSPA	1.0666	-0.4455	Muito negativa	1.2432	Leptocúrtica

## Diagrama de Shepard



## Diagrama de Pejrup

