UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

NATÁLIA CARNIATO

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DOS PROCESSOS LITORÂNEOS E ATIVIDADES PORTUÁRIAS, ASSOCIADOS À EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DO PORTO, IMBITUBA/SC

CRICIÚMA

2012

NATÁLIA CARNIATO

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DOS PROCESSOS LITORÂNEOS E ATIVIDADES PORTUÁRIAS, ASSOCIADOS À EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DO PORTO, IMBITUBA/SC

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes

CRICIÚMA

2012

NATÁLIA CARNIATO

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DOS PROCESSOS LITORÂNEOS E ATIVIDADES PORTUÁRIAS ASSOCIADOS À EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DO PORTO, IMBITUBA/SC

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Restauração de Ambientes Alterados e Recuperação de Áreas Degradadas.

Criciúma, 29 de Junho de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlyle Torres Bezerra de Menezes – Doutor - (UNESC) - Orientador

Prof. Yasmine de Moura da Cunha - Mestre - (UNESC)

Prof. Sérgio Luciano Galatto - Mestre - (UNESC)

Dedico primeiramente a Deus por me iluminar a todo o momento e ter me proporcionado toda felicidade, principalmente na realização desse trabalho. Aos meus pais, irmãos, namorado, colegas e amigos que de alguma forma me incentivaram e contribuíram para que fosse possível a concretização de mais essa etapa de vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me iluminado e protegido nos momentos difíceis que enfrentei nessa jornada.

A minha família, em especial aos meus pais, pela educação, formação, e pelo apoio nas horas de desânimo.

A minha adorada irmã que sempre esteve ao meu lado, me incentivando e contribuindo de alguma forma para a minha formação.

A meu namorado, pela paciência e pelas palavras de carinho, sempre me ajudando e incentivando nas horas difíceis.

Aos meus amigos e colegas, em especial a Fernanda e Mariane, pelo convívio e alegrias vividas nestes cinco anos de graduação.

Ao meu orientador Carlyle Torres Bezerra de Menezes, pelo seu tempo dedicado e conhecimentos transmitidos, principalmente pelo companheirismo constante, pelo qual tenho muita admiração.

A Companhia Docas de Imbituba, em especial a Valdir Cunha Alves, Rafaela Cardoso Ramos e Ricardo Geremias Vieira, pela oportunidade proporcionada, pelos conhecimentos repassados e a confiança depositada em mim.

A todas as outras pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

.

“A natureza reservou para si tanta liberdade que não a podemos nunca penetrar completamente com o nosso saber e a nossa ciência”

Johann Wolfgang Von Goethe

RESUMO

A localidade, conhecida como Praia do Porto, situada no município de Imbituba, Estado de Santa Catarina, onde se encontra localizada a área em estudo, conhecida por esta toponímia, em função do fato de que nela há um importante porto instalado, possui características industriais e residenciais. O objetivo principal desse trabalho foi a realização de um diagnóstico preliminar dos processos litorâneos e atividades portuárias, associados à erosão costeira atuantes na praia do Porto localizada em Imbituba (SC). Para alcançar os objetivos desse trabalho foram distribuídos 6 pontos ao longo da área de pós-praia de toda a enseada. Coletou-se 6 amostras com o auxílio de uma pá reta e acondicionadas em sacos plásticos para posterior análise granulométrica dos sedimentos no Laboratório de Solos do IPAT. Constatou-se que o sedimento presente na pós-praia é composto por grãos de tamanho de areia fina, ressaltando-se que no Ponto 6 ocorreu um aumento significativo na fração de areia muito fina, pressupõe-se que esse ponto esteja sofrendo interferência dos sedimentos depositados oriundos da atividade de dragagem de manutenção do porto. De acordo com estudos realizados na área pode-se constatar que após a construção de espigões em 1981, houve um acréscimo de sedimentos no sul da baía e a ocorrência de erosão costeira ao norte da baía, o que sugere que o material acrescido da parte sul da baía seja procedente do material erodido ao norte da baía. Considerando os dados obtidos nesse estudo bem como a necessidade de sua complementação da dinâmica dos processos litorâneos atuantes na área objeto da pesquisa, sugere-se para trabalhos futuros a realização de novos estudos. Com base nesses estudos a serem realizados de forma integrada possibilitarão subsidiar medidas de proteção ambiental e monitoramento costeiro, os quais contribuirão de maneira significativa na gestão ambiental costeira, considerando possíveis impactos futuros. Este trabalho insere-se dentro do contexto de um estudo mais amplo a ser realizado, e constituiu-se em etapa preliminar de um diagnóstico ambiental, imprescindível para compreensão de uma das etapas a serem desenvolvidas.

Palavras-chave: Gestão Ambiental Costeira. Dinâmica Costeira. Atividades Portuárias.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Limites entre a área destina ao Porto de Imbituba e a APA da Baleia Franca. 17
Figura 2- Etapas de um Sistema Integrado de Gestão Ambiental. 23
Figura 3 - Foto aérea do Porto de Imbituba, em destaque para a área dragada. 25
Figura 4 - Draga de manutenção Henrique Lage. 26
Figura 5- Área de disposição do material dragado. 26
Figura 6 – Draga mecânica do tipo caçamba. 30
Figura 7 – Draga do tipo autotransportadora 31
Figura 8 – Draga do tipo hidráulico-mecânica 31
Figura 9 – Representação comparativa da superfície especifica de duas granulometria distintas, silte e areia fina. 38
Figura 10 – Subdivisões morfológicas, morfodinâmicas e hidrodinâmias de uma praia. 40
Figura 11 – Perfil transversal da zona litorânea 42
Figura 12 – Diagrama esquemático do ataque de onda de tempestade na praia e duna. 43
Figura 13 – Evolução da linha de costa, utilizando MEPMAY. 51
Figura 14 – Encosta do morro da Divinéia, localizado ao norte da baía em novembro de 1980. 52
Figura 15 – Encosta do morro com grandes perdas de vegetação em agosto de 2004. 52
Figura 16 – Espigões construídos em 1981. 53
Figura 18 – Mapa de localização da área de estudo. 57
Figura 19 – Foto aérea do Porto de Imbituba. 58
Figura 20 – Localização dos pontos para a coleta. 59
Figura 21- Auxílio de uma pá reta para a retirada do sedimento do P1. 60
Figura 22- Acondionamento das amostras em sacos plásticos. 60
Figura 23 – Balança onde foi realizada a pesagem das amostras. 61
Figura 24 – Lavagem das amostras, peneira malha 0,074mm. 62
Figura 25 – Porcentagem granulométrica da pós-praia durante a realização da pesquisa. 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 1. 63
Tabela 2 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 2. 63
Tabela 3 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 3. 64
Tabela 4 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 4. 64
Tabela 5 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 5. 65
Tabela 6 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 6. 65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários
APA - Área de Preservação Ambiental
DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
GERCO - Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
LAO – Licença Ambiental de Operação
MMA - Ministério do Meio Ambiente
ONG - Organização Não Governamental
PNAP - Plano Nacional de Áreas Protegidas
PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente
SEMADS - Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentado
SEP - Secretaria Especial de Portos
SGA - Sistema de Gestão Ambiental
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
Tecon - Terminal de Contêineres de Imbituba
UC - Unidade de Conservação
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
ZC - Zona Costeira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **11**
1.1OBJETIVO GERAL 12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
2 REFERENCIAL TEÓRICO **13**
2.1 GESTÃO PÚBLICA AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 13
2.1.1 APA da Baleia Franca **16**
2.2 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO COSTEIRO 19
2.3 GESTÃO AMBIENTAL PORTUÁRIA 21
2.3.1 Sistema de Gestão Ambiental Portuária **22**
2.3.2 Porto de Imbituba **24**
2.4 SISTEMA DE DRAGAGEM 27
2.4.1 Tipos de Dragagem **28**
2.4.2 Tipos de Dragas **30**
2.4.3 Impactos Ambientais da Dragagem **31**
2.5 PROCESSOS LITORÂNEOS 33
2.5.1 Características dos Sedimentos de Praia **36**
2.5.2 Transporte de Sedimentos Litorâneos **39**
2.5.3 Perfis Transversais de Praias **41**
2.5.4 Formações Costeiras Típicas **44**
2.5.5 Oscilações do Nível do Mar **46**
2.5.6 Erosão Costeira **47**
3 METODOLOGIA **55**
3.1 ÁREA DE ESTUDO 56
3.1.1Delimitação da área de estudo **56**
3.1.3 Coleta das amostras **58**
3.1.4 Análise granulométrica dos sedimentos litorâneos **61**
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS **63**
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS **67**
REFERÊNCIAS **69**
ANEXO(S) **74**
ANEXO A – LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO - LAO N°146/2009 - RENOVAÇÃO **75**

1 INTRODUÇÃO

Por se tratar de um ambiente bastante sensível, atualmente constata-se uma crescente preocupação quanto aos impactos ambientais sobre a zona costeira, visto que a conservação dos ecossistemas litorâneos é de fundamental importância para o equilíbrio socioeconômico e ambiental desses ecossistemas que sofrem atualmente uma elevada pressão ambiental. A falta de um planejamento adequado na zona costeira pode acarretar em uma série de impactos negativos, como exemplo a impermeabilização dos solos, devastação das dunas, acúmulo de resíduos sólidos e efluentes não tratados, desmatamento, erosão costeira, construções em locais inadequados, entre outros. A região costeira tem sido analisada em escala mundial com o enfoque na erosão costeira, pois a erosão altera grande parte das linhas de costas, consequentemente gera grande prejuízo a economia (NUNES, 2011).

Praias em geral, são ambientes altamente dinâmicos, e estão constantemente sofrendo alterações morfológicas resultantes de variações no regime energético incidente (clima de ondas), na variação do nível d'água (eventos de tempestade), e desequilíbrios no suprimento sedimentar local (KLEIN, 2004). Processos erosivos muitas vezes são resultados de atividades antrópicas em regiões costeiras, como a construção de calçadas, estradas, muros, quiosques e demais obras costeiras construídas sob a faixa de praia (OLIVEIRA, 2011). Dentre as principais obras costeiras, as atividades portuárias merecem uma atenção especial, pelo fato de induzir em modificações territoriais em uma ampla escala.

Baseado no conceito de sistema morfodinâmico costeiro dado por Wrigh; Thom (1977 apud MENEZES, 2008), a morfodinâmica de uma praia é definida como sendo o resultado da interação entre as ondas incidentes, o transporte de sedimento e a morfologia antecedente da praia, formando um ciclo fechado retroalimentado, no qual as ondas incidentes irão atuar sobre o transporte de sedimentos modificando a morfologia da praia que por sua vez influenciará as ondas incidentes. A compreensão da sedimentologia de uma região é o primeiro passo para se compreender o balanço sedimentar.

Este trabalho busca entender os processos dinâmicos atuantes na praia do Porto localizada em Imbituba (SC) a fim de subsidiar medidas de proteção ambiental e monitoramento costeiro da região. A importância desse trabalho deve-se

a inexistência de estudos mais detalhados e atualizados para uma melhor compreensão da dinâmica costeira na região litorânea sulcatarinense. Considerando a importância do zoneamento econômico-ecológico como ferramenta de planejamento, torna-se necessário a análise dos processos litorâneos como contribuição para a gestão ambiental costeira.

1.1OBJETIVO GERAL

Realizar um diagnóstico preliminar dos processos litorâneos e atividades portuárias, associados à erosão costeira atuantes na praia do Porto localizada em Imbituba (SC).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos a serem abordados são os seguintes:

- Realizar um aprofundamento teórico sobre processos litorâneos, gestão ambiental portuária, gestão em unidade de conservação e suas interações com os ambientes do seu entorno, com ênfase das interações entre a APA da Baleia Franca e atividades no Porto de Imbituba;
- Identificar os processos litorâneos na área delimitada para pesquisa;
- Caracterizar granulometricamente os sedimentos costeiros na área de pós-praia, na perspectiva de compreender a dinâmica dos processos litorâneos na localidade da praia do Porto;
- Identificar as possíveis interferências de obras portuárias sobre a dinâmica da praia;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO PÚBLICA AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O desenvolvimento do conceito e as técnicas de conservação ambiental no Brasil indicam a opção pela implantação de áreas protegidas, conforme estabelecido no Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP). A partir do momento em que a criação de áreas protegidas influencia o ordenamento territorial, causam processos conflituosos. Apenas o planejamento e a gestão do território pelo Estado são capazes de promover desenvolvimento com distribuição de riquezas, associado à conservação ambiental, sobretudo com foco na biodiversidade, que requer política estratégica de longo prazo (CASTRO JÚNIOR; COUTINHO, FREITAS, 2009).

Novas normas designadas a mitigar os impactos sobre as unidades de conservação foram estabelecidas de acordo com a Lei nº. 9.985/00 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Seu art.1º constitui critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (VITALLI; ZAKIA; DURIGAN, 2009).

O SNUC divide-se em três níveis: federal, estadual e municipal. Em nível federal, as unidades são administradas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão executor do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pelo estabelecimento de políticas e diretrizes para a área ambiental (IBAMA, 1997 apud MORSELLO, 2001).

De acordo com Castro Júnior; Coutinho; Freitas (2009) o SNUC constitui uma série de parâmetros para a criação e o manejo de áreas protegidas no país, criando um sistema com diversas categorias, que visam quanto ao grau de proteção, incluindo desde unidades que são totalmente restritas para qualquer atividade até aquelas que comportam indústrias e cidades em seu interior. Essa lei criou ostentação técnica, jurídica e conceitual, possibilitando uma gestão mais adequada às unidades de conservação, pois descreve os objetivos, diretrizes e limites de atividades de cada categoria.

O SNUC tem o papel de preservar as áreas que apresentam um bom estado de conservação, estabelecendo mecanismos de desenvolvimento menos ativos ao meio ambiente no entorno dessas áreas e mesmo em áreas cuja

convivência entre natureza e determinadas ações sociais possibilitam a manutenção de ambientes naturais com elevada diversidade (CASTRO JÚNIOR; COUTINHO, FREITAS, 2009).

Vitalli; Zakia; Durigan (2009, p. 70) mencionam a Lei nº. 9.985/00 que determina:

> **Art. 2º, inciso XVI**– zoneamento: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz;
> **Art. 2º, inciso XVIII**– Zona de Amortecimento: o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.
> **Art. 25** – As unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos.
> § 1º O órgão responsável pela administração da unidade estabelecerá normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos de uma unidade de conservação.
> § 2º Os limites da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos e as respectivas normas de que trata o § 1º poderão ser definidas no ato de criação da unidade ou posteriormente.
> **Art. 27** – As unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo.

A implantação do SNUC, sobretudo por instigar a criação e efetivação de unidades de conservação de proteção integral, faz com que origine conflitos em diversas escalas, pois a intenção primordial do Estado ao estabelecer áreas protegidas é ter controle sobre o território e, consequentemente, os recursos existentes. Normalmente, setores ligados ao capital produtivo, incluindo indústria e agricultura, agem contra a implantação e regulamentação de unidades de conservação. Outro importante vetor de conflitos são as municipalidades, pois é muito comum que decisões tomadas firam a legislação federal de meio ambiente (CASTRO JÚNIOR; COUTINHO, FREITAS, 2009).

Para Morsello (2001) o conceito de Unidade de Conservação (UC) quase está associado à iniciativa pública. A criação de UCs públicas objetiva em geral, compensar usos desapropriados nas áreas particulares adjacentes, ou seja, elas são criadas para funcionarem de forma alternativa às atividades econômicas exercidas em outras áreas. Entretanto, as áreas públicas sob proteção são escassas à conservação da biodiversidade do planeta, sendo que a quantidade e a distribuição das terras públicas na organização espacial da paisagem evitam que sejam alcançados os objetivos de conservação desejados.

O monitoramento da biodiversidade nas áreas protegidas deve abranger os principais fatores impactantes decorrentes das atividades antrópicas que ocorrem no entorno das áreas protegidas, tais como: perda e fragmentação dos habitats; introdução de espécies e doenças exóticas; exploração excessiva de espécies de plantas e animais; uso de híbridos e monoculturas na agroindústria e silvicultura; contaminação do solo, água e atmosfera e até mesmo mudanças climáticas globais (BRITO, 2003 apud VITALLI; ZAKIA; DURIGAN, 2009).

De acordo com art.15º, parágrafo 4º da Lei nº. 9.985/00 “nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais” (BRASIL, 2000). Atualmente no Brasil os trabalhos que se dedicam as reservas privadas ainda são muito raros. As unidades de conservação estabelecidas em terras particulares classificam-se em dois tipos de uso: direto, nas quais são permitidas atividades exploratórias e indireto onde são permitidas atividades não consumistas, como pesquisa científica, turismo e atividades educativas (MORSELLO, 2001).

De acordo com o art. 7º da Lei nº. 9.985/00 as unidades de conservação integrantes do SNUC divide-se em dois grupos: i)unidade de proteção integral e ii)unidade de uso sustentável. O objetivo das unidades de proteção integral é preservar a natureza, sendo aceito apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, já o objetivo das unidades de uso sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável da parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

Conforme art. 11º e art. 14º da Lei nº 9.985/00 o grupo de unidades de proteção integral é composto por: I - Estação Ecológica; II - Reserva Biológica; III – Parque Nacional; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre. Já o grupo de unidade de uso sustentável é constituído por: I - Área de Proteção Ambiental; II - Área de Relevante Interesse Ecológico; III - Floresta Nacional; IV - Reserva Extrativista; V - Reserva de Fauna; VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000).

Brasil (1989, apud SANTOS, 2000, p. 79) relata o conceito de Área de Proteção Ambiental (APA):

> As Áreas de Proteção Ambiental – APAs- são unidades de conservação, destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando a melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais.

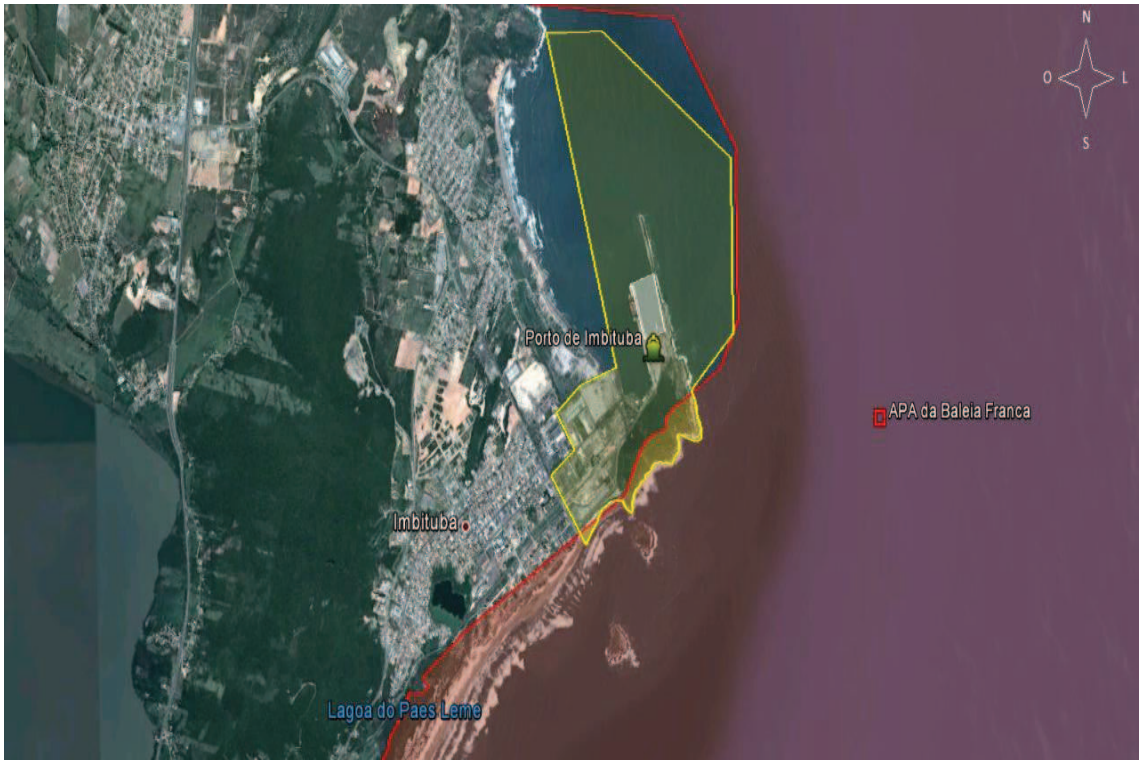
Conforme Santos (2000, p. 79) “a origem da APA implica em limitação administrativa, a qual não retira o direito de propriedade do proprietário, em razão de que não a inviabiliza, não cabe qualquer indenização pelo ato de sua declaração.”

2.1.1 APA da Baleia Franca

A APA da Baleia Franca foi criada em 14 de Setembro de 2000, visa garantir a proteção da principal área de concentração reprodutiva das baleias francas (*Eubalaena Australis*) no Sul do Brasil. Cresce o interesse pelo turismo embarcado de observação de baleias dentro da APA que ocorre desde 1999, porém, pode acarretar danos às baleias se não administrado corretamente (GROCH; PALAZZO JUNIOR, 2007).

O Porto de Imbituba é limítrofe com a APA da Baleia Franca conforme Figura 1. Apesar do porto não se encontrar totalmente contido na área da unidade de conservação suas atividades de infraestrutura e ampliação causam interferências no processo reprodutivo das baleias (PROJETO BALEIA FRANCA, 2012).

Figura 1- Limites entre a área destinada ao Porto de Imbituba e a APA da Baleia Franca.



Fonte: Google Earth, 2012.

O Porto de Imbituba recebe, nos meses de junho a novembro, as baleias francas, que utilizam a costa de Santa Catarina para procriação e o acasalamento. Localiza-se na região central da principal área de ocorrência das baleias francas em Santa Catarina. A ocorrência de baleias francas na área interna do Porto de Imbituba registrada durante o monitoramento aéreo realizado desde 1987 é de 24% sendo de extrema importância a área de entrada constituída pela enseada da praia do Porto, uma vez que está localizada na rota de deslocamento das baleias entre as enseadas da região (GROCH et al.,2010).

O município de Imbituba se localiza no coração de uma Unidade de Conservação, detém o título de Capital Nacional da Baleia Franca e é sede de um dos principais portos do Sul do país. Com a chegada das baleias franca no litoral catarinense e a realização de atividades de ampliação e melhoria na infraestrutura no Porto de Imbituba criaram-se em julho de 2010 a segunda edição do Programa de Monitoramento das Baleias Francas no Porto de Imbituba e adjacências (REVISTA PORTUÁRIA, 2010).

Este programa conforme a Revista Portuária (2010), foi proposto pela administração do Porto, em conjunto com o Tecon Imbituba e a Construtura Andrade

Gutierrez, por intervenção do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão gestor da Área de Proteção Ambiental (APA) da Baleia Franca, a fim de minimizar possíveis influências das atividades de ampliação e infraestrutura do porto no processo reprodutivo das baleias franca neste local. A metodologia foi estabelecida pelo Projeto Baleia Franca, ONG que trabalha com a espécie há 28 anos, e está sendo coordenada de forma compartilhada com a APA da Baleia Franca e o Centro de Mamíferos Aquáticos (CMA), ambos órgãos do ICMBio, vinculados ao Ministério do Meio Ambiente (REVISTA PORTUÁRIA, 2010).

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (2012) a Lei nº 9.985/2000, art. 27º, parágrafo 1º define o Plano de Manejo como um documento técnico que estabelece a zona de amortecimento e os corredores ecológicos, contendo medidas com a finalidade de promover sua integração à vida econômica social das comunidades vizinhas. Todas as unidades de conservação devem dispor de um plano de manejo, que deve abranger a área da Unidade de Conservação.

O Plano de Manejo deve ser elaborado sob um enfoque multidisciplinar, com atributos particulares diante de cada objeto específico de estudo. Analisar informações de diferentes naturezas, tais como dados bióticos e abióticos, socioeconômicos, históricos e culturais de interesse sobre a Unidade de Conservação e como estes se relacionam (ICMBIO, 2012).

De acordo com Groch; Palazzo Júnior (2007, p. 5) o Plano de Manejo da APA da Baleia Franca que se encontra em processo de desenvolvimento deverá contribuir para “futura melhoras no conhecimento sobre os efeitos a curto e longo prazo do turismo embarcado na área de reprodução das baleias francas austrais no Brasil, e no desenvolvimento e implementação de medidas para um manejo adequado”, garantindo tanto a sobrevivência das baleias francas quanto a sustentabilidade da indústria do turismo embarcado de observação (GROCH; PALAZZO JÚNIOR, 2007).

2.2 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO COSTEIRO

Voivodic (2007) define zona costeira como sendo um sistema ambiental formado pela interação direta de sistemas ambientais situados no continente, no oceano e em sistemas atmosféricos. Embora essa delimitação pareça um tanto quanto comum e pouco esclarecedora, ela está presente na legislação brasileira desde a elaboração da primeira versão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), conforme a Lei 7.661/88, parágrafo único, art. 2º que define: “Para os efeitos desta Lei, considera-se Zona Costeira (ZC) o espaço geográfico de interação do ar, mar e terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo Plano” (BRASIL, 1988).

A maior parte dos grandes centros populacionais encontra-se ao longo da costa brasileira. Reconhecendo essa problemática, o governo resolveu constituir como parte complementar da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), tendo como objetivos a orientação e utilização racional da zona costeira, assegurando a qualidade de vida da população e a efetiva proteção aos ecossistemas nela existente (MARRONI; ASMUS, 2005).

O PNGC foi instituído pela Lei nº 7.661/1988, e anuncia a obrigação do governo brasileiro com o desenvolvimento sustentável em sua zona costeira, para uma melhor qualidade de vida de sua população, e promove a proteteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural (ANTAQ, 2011).

O Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO), cujo objetivo é operacionalizar o PNGC de forma descentralizada e participativa, tem institucionalizado para a sua execução o Ministério do Meio Ambiente (MMA) como órgão central, coordenando todas as ações no nível federal, articulado com os governos dos 17 estados litorâneos, através dos seus respectivos órgãos ambientais, no papel de executores estaduais. Os órgãos ambientais estaduais buscam integrar suas ações com os municípios. Este programa apresentou avanços consideráveis, embora também tenha demonstrado deficiências e fragilidades (ASMUS et al., 2006)

O Brasil abriga, ao longo do litoral, diversos ecossistemas de alta importância do ponto de vista ecológico, tais como: mangues, campos de dunas e

falésias, baías e estuários, recifes e corais, praias e cordões arenosos, costões rochosos e planícies de marés, em uma faixa de 8.698 quilômetros de costa. Assim, faz-se necessário que sejam tomadas medidas visando à conservação desses ecossistemas. Esses ambientes originais da Zona Costeira foram profundamente alterados pela ocupação humana e neles incidem diversas oportunidades para atividades econômicas, como, por exemplo, a pesca, a agricultura, a aquicultura, a exploração de recursos minerais, etc (SANTOS; CÂMARA, 2002 apud VOIVODIC, 2007).

Segundo Marroni; Asmus (2005) as teorias que abordam o modo de planejar, englobam uma série de ações, sejam elas de âmbito social, econômico, político, ambiental ou cultural. O planejamento constitui-se num recurso complexo e dinâmico, uma vez que envolve mecanismos e instrumentos que procedem à gestão. As principais características do planejamento tradicional configuram-se como sendo de caráter normativo, técnico, neutro, oficialista, inconsistente e com prazos de elaboração muito severos.

O gerenciamento costeiro integrado define-se como sendo um processo contínuo e dinâmico, visando decisões e ações para o uso sustentável, desenvolvimento e proteção das áreas costeiras e recursos marítimos. É necessário que os níveis governamentais e sociais estejam agregados, para fortalecer a base legal desses processos decisórios, visando à elaboração de um plano de ação, politicamente aceitável (MARRONI; ASMUS, 2005).

Os procedimentos, que auxiliam neste processo de integração citados por Marroni; Asmus (2005, p. 63), “vão desde o treinamento e formação de pessoal, até a segurança proporcionada pela legislação vigente, que regulamenta o uso correto dos recursos costeiros.”

O planejamento beneficia no controle dos espaços costeiros e oceânicos, permitindo que haja uma evolução significativa nos índices de proteção da biodiversidade dos ecossistemas em questão, gerando melhores índices de sustentabilidade natural. Com o planejamento e controle prévio, poderá incidir a ascensão harmônica do desenvolvimento econômico (MARRONI; ASMUS, 2005).

Toda atividade ou estudo, que envolva um contingente expressivo de pessoas e extensa área territorial proporciona um número expressivo de problemas e conflitos. Para tanto faz-se necessário o apoio de um projeto consistente e dinâmico (MARRONI; ASMUS, 2005).

Para Marroni; Asmus (2005) o gerenciamento costeiro requer integração e aproximação contínua e interativa com a comunidade. Sendo assim, as determinações dos gestores devem ser fundamentadas em um conhecimento multidisciplinar do ecossistema em estudo, considerando as forças dinâmicas que operam dentro deste sistema.

De acordo com Cicin-Saint; Knetcht (1995 apud MARRONI; ASMUS, 2005, p. 65) “a meta do gerenciamento costeiro integrado é alcançar o desenvolvimento sustentável, visando reduzir a vulnerabilidade nas zonas costeiras e marinhas, bem como proteger seus habitantes de riscos naturais”.

O gerenciamento costeiro integrado define-se como sendo um processo continuo e dinâmico, visando decisões e ações para o uso sustentável, desenvolvimento e proteção das áreas costeiras e recursos marítimos. É necessário que os níveis governamentais e sociais estejam agregados, para fortalecer a base legal desses processos decisórios, visando à elaboração de um plano de ação, politicamente aceitável (MARRONI; ASMUS, 2005).

A gestão integrada da zona costeira segundo Voivodic (2007) requer uma necessária articulação entre diferentes setores e níveis de atuação. Essa articulação estende-se desde a participação da sociedade na formulação do diagnóstico e a definição de prioridades e a implementação de programas, à organização de uma base político-institucional para a gestão costeira, que abrange uma articulação mais harmônica e competente entre os três níveis de governo. MORAES (2005 apud VOIVODIC, 2007, p. 1) aponta que essa articulação “revela-se problemática no Brasil, onde a questão federativa nunca foi bem equacionada. Operar na prática o princípio da atuação cooperativa e concorrente presente na Constituição Federal não é tarefa fácil”.

2.3 GESTÃO AMBIENTAL PORTUÁRIA

Em meios aos avanços da gestão ambiental no sistema portuário nacional, tem-se como exemplo da Resolução CONAMA 306/2002 que define gestão ambiental como sendo “a condução, direção e controle do uso dos recursos naturais, dos riscos ambientais e das emissões para o meio ambiente, por intermédio da implementação do sistema de gestão ambiental”.

Por meio da implantação de uma base de dados a serem trabalhados ao longo do tempo, contendo indicadores ambientais, e o aperfeiçoamento continuo de conformidades ambientais obtêm-se uma adequada gestão ambiental portuária. A gestão inicia-se com o mínimo de cumprimento aos requisitos legais, o qual deve ser progressivamente ampliado (ANTAQ, 2011).

Contudo, para atender os requisitos de prevenção, minimização de impactos ambientais presentes nas atividades portuárias é essencial que todos os portos implantem um Sistema de Gestão Ambiental, tendo como objetivo conduzir as atividades portuárias de forma sistemática, coordenada e integrada, no intuito de conservar os recursos naturais (PORTO; TEIXEIRA, 2002).

Segundo Reis (1996 apud MOSSINI 2005, p. 48) “gestão ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, na conquista da qualidade ambiental desejada”. Para Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2011) gestão ambiental deve ser uma ferramenta eficiente e efetiva na minimização dos impactos ambientais necessitando da consciência ambiental e um comportamento adequado à importância dessas questões, tornando a administração portuária responsável em tratar com prevenção e precaução suas atividades.

A administração não deve atuar sozinha, deve articular com os seus parceiros da logística de transportes, desenvolverem estudos e parcerias com entidades nacionais e internacionais para o equacionamento das questões ambientais (ANTAQ, 2011).

2.3.1 Sistema de Gestão Ambiental Portuária

O Sistema de Gestão Ambiental concentra-se de acordo com Mossini (2005), na criação de planos e programas, com vistas na redução dos impactos negativos e no desenvolvimento do gerenciamento dos riscos na atuação do sistema portuário ao meio ambiente.

Segundo Porto e Teixeira (2002) relatam a necessidade do Sistema de Gestão Ambiental envolver não somente as fontes individuais de alteração da qualidade ambiental, mas também o conjunto das ações e respectivos resultados sobre toda área de influência do porto, abrangendo o entorno do sistema portuário.

Mossini (2005, p. 48) descreve “um Sistema de Gestão Portuária pode ser definido como um conjunto de princípios e procedimentos, estruturado segundo a Norma ISO 14001”.

A ANTAQ (2011, p. 68) nos lembra que “os portos e terminais marítimos devem possuir um Setor de Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde no Trabalho – SGA (Portaria SEP nº 104/2009)”. É necessário que o Sistema de Gestão Ambiental seja eficaz, podendo ser melhorado ao longo de sua existência, permitindo identificar os elementos impactantes, seus processos, efeitos associados e cumulativos (Figura 2). É importante que o Sistema seja compatível com todos os instrumentos de gestão da zona costeira, com os objetivos, metas e compromissos a serem perseguidos por todos os agentes portuários (ANTAQ, 2011).

O Sistema de Gestão Ambiental deve estar presente em todas as fases dos empreendimentos portuários, seja na fase de concepção, na implantação e na operação, buscando o controle da degradação ambiental por meio da inclusão de princípios e conceitos de sustentabilidade, e da compreensão da necessidade de evitar os impactos e os altos custos de recuperação dos recursos naturais degradados (ANTAQ, 2011).

Figura 2- Etapas de um Sistema Integrado de Gestão Ambiental.

Fonte: ANTAQ (2011).

Os principais agentes locais diretamente submergidos na questão ambiental em um porto organizado são o Conselho de Autoridade Portuária e as autoridades: Portuária Marítima, Ambiental, Sanitária, do Trabalho, da Alfândega, Polícia Federal, complementados pelos exploradores e usuários do porto (PORTO; TEIXEIRA, 2002).

Porto; Teixeira (2002, p. 95) relatam os aspectos de algumas ações para a alteração da gestão ambiental que foram tomadas, envolvendo principalmente os Ministérios dos Transportes, do Meio Ambiente e a Marinha tais como:

- Instituição da Agenda Ambiental Portuária.
- Estabelecimento de alguns planos e programas de gestão da atividade voltados para a segurança e qualidade da atividade, dentro de um sistema de gestão.
- Elaboração de estudos de impactos ambientais – EIA.
- Organização de unidade de gestão ambiental; organograma; fluxograma de atividades.

Considerando-se as condições atuais dos portos brasileiros segundo Porto; Teixeira (2002), constata-se a necessidade de investimentos em infra-estrutura como: recuperação das instalações existentes; recuperação e remanejamento de equipamentos; melhoramento, modernização e ampliação das instalações; aprofundamento dos berços, canais e bacias de evolução; construção de mais terminais para contêineres (para graneis, e outras cargas especializadas); acessos terrestres e aquaviários adequados e capacitados para suportar a intensidade do fluxo de cargas, cuja implantação dessas obras implicará efeitos significativos sobre o meio ambiente.

2.3.2 Porto de Imbituba

O Porto de Imbituba conforme os dados da Companhia Docas de Imbituba (2012) está localizado no litoral sul do estado de Santa Catarina a cerca de 90 km de Florianópolis e de 112 km de Criciúma. Além disso, através de dois acessos pavimentados, um ao norte e outro ao sul, está conectado à BR-101, uma das mais importantes rodovias do país, permitindo o deslocamento acessível a todas as regiões do Brasil e países do MERCOSUL. Por mar, está a 286 milhas marítimas do Porto de Santos e 322 milhas marítimas do Porto de Rio Grande.

O Porto de Imbituba é administrado pela Companhia Docas de Imbituba (CDI), de acordo com decreto nº 7.842 de 13 de setembro de 1941, que é uma

empresa de capital aberto que detém a concessão para exploração comercial do Porto de Imbituba até o ano 2012. Estabelecendo, assim, o único porto Público do país administrado por uma empresa privada (COMPANHIA DOCAS DE IMBITUBA, 2012). Atualmente possui um calado em média de 11 m, mas com previsão de aumento para 15 m em 2012, e conta com três Berços de Atracação. Por estes berços movimentam-se granéis sólidos e líquidos, congelados, contêineres e carga geral. Com evidência nas importações de fertilizantes, coque, milho, sal e barrilha e nas exportações de congelados, açúcar e contêineres (COMPANHIA DOCAS DE IMBITUBA, 2012).

A Licença Ambiental de Operação (LAO) (ANEXO A) expedida no dia 10 de agosto de 2009 foi emitida nº 146/2009 que renova a autorização para a Companhia Docas de Imbituba, executar as atividades de Dragagem e Limpeza dos Berços de Atracação números 1, 2, 3 e 4, da bacia de evolução e do canal de acesso do Porto de Imbituba (Figura 3). O volume total de material a ser dragado (composto por areia fina, areia grossa e lodo), foi calculado em 850.069,88 m³. A profundidade a ser atingida é de 13 m, estabelecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN) (COMPANHIA DOCAS DE IMBITUBA, 2012).

Figura 3 - Foto aérea do Porto de Imbituba, em destaque para a área dragada.

Fonte: Companhia Docas de Imbituba (2012).

De acordo com a Companhia Docas de Imbituba (2012) a operação de dragagem é realizada pela draga de sucção e recalque de Henrique Lage (Figura 4). A movimentação da draga é efetuada por meio de reboque e seu posicionamento por barco de apoio. O material é transportado até a área de disposição, conforme a Figura 5.

Figura 4 - Draga de manutenção Henrique Lage.

Fonte: Companhia Docas de Imbituba (2012).

Figura 5- Área de disposição do material dragado.

Fonte: Da autora.

2.4 SISTEMA DE DRAGAGEM

Dragagem é, por definição, a escavação ou remoção de solo ou rochas do fundo de rios, lagos, e outros corpos d'água através de equipamentos denominados "draga", a qual é, geralmente, uma balsa ou plataforma flutuante equipada com mecanismos necessários para se efetuar a remoção do solo. Os principais objetivos da dragagem são a escavação e ampliação de canais em rios, portos e baías; a construção de diques e disposição de fundações para pontes e outras estruturas (COMPTON'S ENCYCLOPEDIA, 1998 apud TORRES, 2000).

Abaurre et al. (2007) relacionam dragagem como sendo uma atividade economicamente indispensável a muitos países, pois contribui para uma solução ao problema de assoreamento evidenciado principalmente em terminais portuários. No entanto, as atividades de dragagem geram um grande número de impactos negativos principalmente na escolha de locais inadequados para a disposição do material dragado fazendo com que cause impactos sobre a biota aquática e afetar tais atividades humanas, como: pesca, navegação e recreação.

Vellinga; Tiedo (1998 apud GOES FILHO, 2004) mencionam que a preocupação com a gestão adequada do material dragado só passou a aparecer na Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, que deu origem às regulamentações internacionais de depósito dos materiais dragados em áreas marítimas.

Essa conscientização ambiental direcionou a atenção das autoridades e do público, em geral, para os impróprios da disposição inadequada dos resíduos de dragagem, necessitando de estudos específicos para a disposição dos materiais dragados, bem como para o seu tratamento, quando indispensável (GOES FILHO, 2004).

A Resolução CONAMA 344/2004 "Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências". Entretanto, a crítica a essa Resolução se dá pelo fato do Brasil utilizar critérios para a caracterização de sedimentos e gerenciamento das operações de dragagem e disposição do material dragado de países como os Estados Unidos e Canadá, países não tropicais não sendo o ideal para a utilização desses dados no Brasil (BIDONE, et al., 2009).

2.4.1 Tipos de Dragagem

Bray, et al. (1997 apud TORRES, 2000) relatam que o processo de dragagem apresenta-se dividido em dois grupos, que são, a dragagem inicial e dragagens de manutenção, o primeiro é constituído na abertura do canal artificial para a retirada de material virgem, o segundo grupo é indicado para a retirada de material sedimentar depositado recentemente, com a finalidade de manter a profundidade do canal propiciando a movimentação de embarcações de vários tamanhos em portos. “Um terceiro tipo de dragagem é a “dragagem ambiental”, a qual procura remover uma camada superficial de sedimento contaminado por compostos orgânicos e inorgânicos, sem que haja a ressuspensão destes contaminantes” (GE STUDY REPORT, 1998 apud TORRES, 2000, p. 58).

A dragagem de aprofundamento ou de implantação de acordo com Goes Filho (2004) abrange a criação ou ampliação de bacias portuárias e o aprofundamento de canais de acesso ou lagos, em locais não dragados anteriormente assim como a criação de áreas aterradas para fins industriais ou portuários. Conforme Companhia Docas do Estado de São Paulo (2007) este tipo de dragagem possui a finalidade de aprofundar o canal existente visando receber navios com maiores calados. Os problemas ambientais causados por este tipo de dragagem é a destruição de habitats naturais por meio do aterro de áreas aquáticas, a disposição de material escavado em zonas biologicamente sensíveis e o desaparecimento de bancos de sedimento em zonas de maré (PIANC, BENEFICIAL USES OF DREDGED MATERIAL, 1992 apud GOES FILHO, 2004).

Entretanto, os danos causados ao meio ambiente são facilmente identificados durante a fase de projeto, podendo ser minimizados através de análise completa durante a fase de concepção do projeto. Tal fato permite que ações de prevenção sejam tomadas, como a seleção de áreas apropriadas e do tipo de draga a ser utilizada (GOES FILHO, 2004).

A dragagem de aprofundamento proporciona como vantagem de acordo com Goes Filho (2004, p. 5) “a criação de faixas de terra aquáticas e bancos nas zonas de maré, com importante contribuição para certas áreas atingidas pela erosão.”

Para Goes Filho (2004) dragagem de manutenção consiste na remoção do material depositado no leito dos canais decorrente do assoreamento, por meio de

um processo natural. É necessária, a fim de se manter as profundidades de projeto dos canais de navegação e porto. Possui como principais características: - Quantidade de material variável; - A remoção de solos não compactos; - A possível presença de contaminantes; - Ocorrência mais frequente em canais de navegação e portos; - Atividade repetitiva e rotineira.

A atividade de dragagem de manutenção não induz prejuízo ao ambiente natural, pois ocorre em áreas de navegação já aprofundadas. Tem-se uma maior preocupação na disposição de material dragado e aumento de sedimentos suspensos levando à dispersão de contaminantes. No entanto, problemas de suspensão de sedimentos podem ser minimizados na escolha adequada do equipamento de dragagem e dos procedimentos a serem adotados (GOES FILHO, 2004).

A dragagem ambiental, ou sanitária conforme Goes Filho (2004) é um processo bastante diferente da dragagem de manutenção, do mesmo modo com os equipamentos utilizados. O objetivo principal da dragagem de manutenção é manter as profundidades de portos, rios e canais, propiciando a navegação, já a dragagem ambiental visa à retirada de um volume de sedimentos contaminados de áreas que se deseja utilizar.

Na dragagem de manutenção a retirada ocorre de maneira acelerada uma grande quantidade de sedimentos, fazendo com que ocorra maior dispersão do contaminante presente no sedimento. Na dragagem ambiental são utilizados procedimentos rígidos, tanto na operação de dragagem, quanto no transporte deste material, de tal modo como em sua disposição (GOES FILHO, 2004).

Goes Filho (2004, p. 6) apresenta um tipo de draga mais eficiente para dragagem ambiental “o tipo de draga mais utilizado na dragagem ambiental é a draga hidráulica dotada de equipamentos especiais que podem retirar os sedimentos finos contaminados com um mínimo de ressuspensão”.

A eficiência deste tipo de dragagem citado por Goes Filho (2004, p.7) compreende a observação dos seguintes fatores:

> (a) a minimização da dispersão de sedimentos contaminados para as áreas adjacentes ao sítio de dragagem, por meio da diminuição do processo de ressuspensão e redeposição, evitando a saída do material da cisterna pelo vertedor da draga; (b) o manejo, tratamento e despejo (disposição) do rejeito de dragagem (tanto água, quanto sedimentos) deve ser feito de modo seguro do ponto de vista ambiental ; e (c) a operação deve ser completada no menor tempo possível, resultando na máxima remoção de sedimentos contaminados e na mínim a remoção de sedimentos limpos.

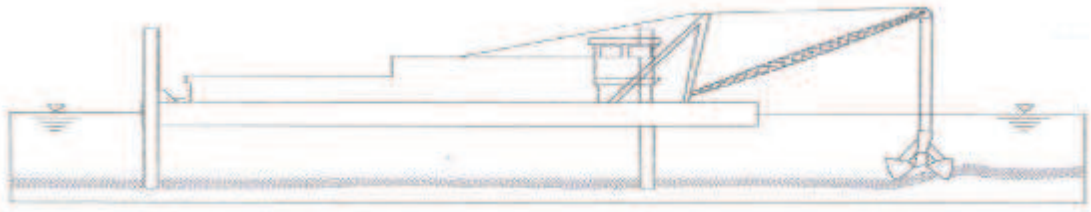
A dragagem ambiental incide na remoção cuidadosa do material contaminado associada a um programa de tratamento, reutilização ou relocação do mesmo. Os efeitos ambientais relacionados a esse tipo de dragagem geralmente são benéficos.

2.4.2 Tipos de Dragas

Conforme Patchineelam; Soares; Calliari (2008) existe três tipos de draga: as dragas mecânicas; as dragas hidráulico-mecânicas; e as dragas hidráulicas ou autotransportadoras.

Conforme Alfredini; Arasaki (2009) as dragas mecânicas são distinguidas pelo fato de utilizar caçamba para escavar e elevar o material do fundo. Esses equipamentos podem ser classificados, em função do modo como as caçambas estão montadas na draga, em: conectadas por cabos, estruturalmente conectadas e com esteira e estruturalmente conectadas. Existem vários tipos de dragas mecânicas (Figura 6): pá de arrasto, draga mecânica de colher, draga de caçamba de mandíbulas, draga de pá escavadeira e draga de alcatruzes.

Figura 6 – Draga mecânica do tipo caçamba.



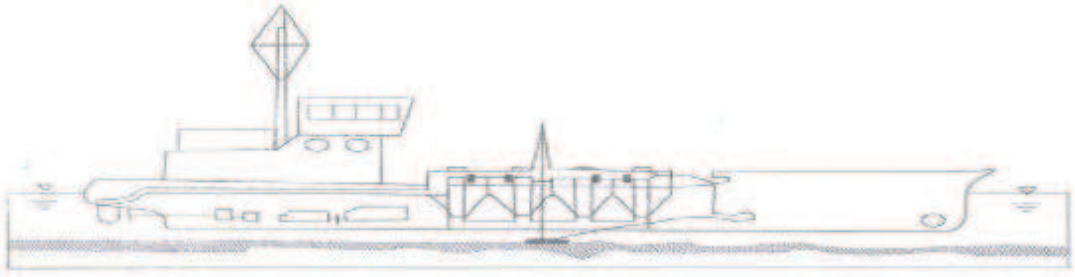
Fonte: Patchineelam; Soares; Calliari (2008)

De acordo com o conceito exposto por Alfredini; Arasaki (2009) as dragas hidráulicas são diferenciadas dos outros por constituírem equipamentos mais complexos, sendo o transporte do material dragado em escoamento hidráulico ocorre em alta velocidade. Possui tecnologia avançada, com remoção hidráulica de materiais de granulometria mais grosseira escavada até a superfície da draga por meio de um duto (PATCHINEELAM; SOARES; CALLIARI, 2008).

Existem dois tipos de dragas hidráulicas: draga estacionária de sucção e recalque, que se desloca em maiores distâncias com o auxílio de rebocadores, e autotransportadora (Figura 7), montada em embarcação autopropelida que

armazena os dragados em cisterna e os despeja pelo fundo ou por bombeamento (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

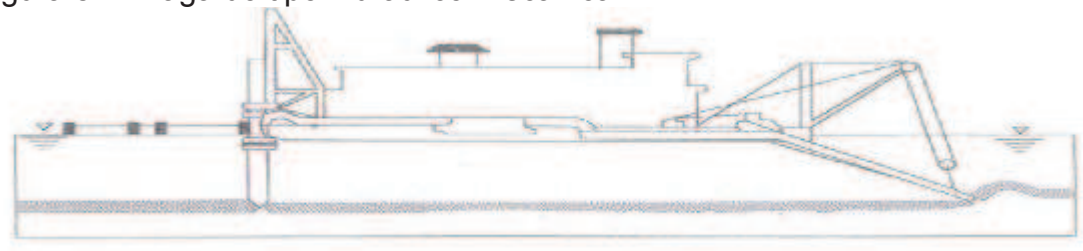
Figura 7 – Draga do tipo autotransportadora .



Fonte: Patchineelam; Soares; Calliari (2008).

Segundo Patchineelam; Soares; Calliari (2008) a draga do tipo hidráulico-mecânica (Figura 8) utilizada no Brasil é a do tipo sucção-recalque, incidi basicamente em escavação por um braço mecânico e bombeamento por tubulações do material dragado para áreas confinadas, sejam elas submersas ou continentais.

Figura 8 – Draga do tipo hidráulico-mecânica



Fonte: Patchineelam; Soares; Calliari (2008).

No entanto este tipo de draga pode gerar impactos mais ativos do que as do tipo de concha, pois podem ocorrer rompimentos das tubulações, acarretando no aumento da turbidez e consequentemente altera a qualidade ambiental da água nos locais em que as dragagens estão sendo realizadas. Geralmente estas dragas possuem uma “cabeça cortante” rotatória próximo a área de sucção. A cabeça rotatória gera uma mistura, causando elevada ressuspensão de sedimentos (PATCHINEELAM; SOARES; CALLIARI, 2008).

2.4.3 Impactos Ambientais da Dragagem

Conforme Clark (1977 apud PATCHINEELAM; SOARES; CALLIARI 2008) os maiores riscos isolados que incidem no ambiente costeiro são causados pelas atividades de dragagens, sendo que podem provocar problemas muito mais sérios.

A remobilização de sedimentos pode causar inúmeros impactos ambientais. Como as dragagens são empregadas principalmente em ambientes costeiros, o material dragado muitas vezes encontra-se contaminado com óleo, metais, biocidas e resíduos domésticos. Os materiais de granulometria fina como o silte e argila podem se solubilizar ou permanecer em suspensão, fazendo com que contamine as espécies aquáticas causando mortalidade nos recursos pesqueiros, outro fator importante é o fato de que os sedimentos finos serão redepositados sobre o fundo, soterrando os organismos ou forçando os mesmos a se deslocarem para outros locais (PATCHINEELAM; SOARES; CALLIARI, 2008).

Porto e Teixeira (2002, p. 87) nos indicam os principais impactos ambientais decorrentes de dragagens:

> - alteração das condições hidráulicas e sedimentológicas do escoamento, podendo alterar os padrões de circulação e mistura da água, de salinidade, turbidez etc.,
> - Alteração das condições do local de lançamento do material dragado;
> - poluição por substâncias tóxicas existentes no material de dragagem e sua suspensão e movimentação durante a dragagem, com alteração da qualidade da água; impactos indiretos sobre a fauna aquática, podendo afetar a pesca da região.

Patchineelam; Soares; Calliari (2008) relatam quando a dragagem ou disposição do material dragado ocorrem próximo à costa podem ocasionar mudanças na posição da linha de praia. O aprofundamento de canais e berços de atracação de navios pode alterar padrões de circulação e o fluxo do rio principalmente em baías, estuários e lagoas costeiras, interferindo na segurança das manobras com embarcações devido à instabilidade dos canais existentes.

Outro impacto relevante ocorrido nas atividades de dragagens e descarte efetuadas sem planejamentos podem danificar habitats críticos, tais como fungos vegetados, sítios de moluscos e recifes de corais (PATCHINEELAM; SOARES; CALLIARI, 2008).

Constitui como aspecto positivo das dragagens a relocação de materiais dragados como fonte de material para aterros, que podem ser utilizados em terrenos de baixas altitudes, sujeitos a inundações nos períodos de chuva intensa. Entretanto antes de relocar o material dragado o mesmo deve ser analisado quimicamente para que não ocorra contaminação nos corpos hídricos (PATCHINEELAM; SOARES; CALLIARI,2008).

2.5 PROCESSOS LITORÂNEOS

A dinâmica do movimento dos sedimentos costeiros começou a ser mais intensamente estudada em 1950. Sendo um tema de extrema importância para a solução de problemas práticos, como o assoreamento de bacias portuárias e as erosões de praias em áreas de grande valor social e econômico. Há pouco tempo atrás as obras costeiras eram realizadas apenas por tentativas devido à falta do conhecimento em relação à mecânica dos processos litorâneos (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Os processos litorâneos ligados à morfologia costeira e do fundo do mar de acordo com Alfredini et al. (2009, p.131) “resultam da combinação de forças naturais (ligadas a ondas, correntes, ventos e tectônicas) e antrópicas (ligadas à ação humana, principalmente através de Engenharia Costeira).” Na maioria das vezes a costa é formada por meio do fenômeno de transporte de sedimentos (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

De acordo com Alfredini; Arasaki (2009) a utilização de métodos sedimentológicos juntamente aos levantamentos hidrográficos (relativos à batimetria, ondas, correntes, marés, vazões líquidas e sólidas, etc.) adverte fenômenos que poderiam ocorrer sem que fosse percebido. De fato, os sedimentos depositados no fundo de uma área marítima constituem-se na resultante final de todas as forças, fatores e agentes ocorrentes.

Deste modo, os levantamentos sedimentológicos permitem estabelecer com relativamente poucos dados e em curto prazo o padrão de circulação da área, definir o grau de intensidade e a orientação das correntes, identificarem as fontes e os volumes transportados, reconhecer e demarcar as áreas preferenciais de deposição, bem como os mais apropriados para servirem de bota-fora de dragagens, e, além disso, prever as consequências do desequilíbrio hidráulico causado pelos projetos de obras costeiras (Alfredini; Arasaki, 2009).

Para Alfredini; Arasaki (2009) o clima de ondas, a intensidade e direção das correntes são determinadas pela continua ação dos movimentos do mar sobre a costa, modifica em muitas escalas de tempo. Do mesmo modo, ocorre com o suprimento de sedimentos é irregular no tempo e no espaço. A formação e a composição granulométrica da costa e do fundo do mar proporcionam um padrão

complexo que tende para um equilíbrio dinâmico, o qual se insere num período mais extenso correspondente à era geológica.

Ao abordar o movimento dos sedimentos no mar Alfredini; Arasaki (2009) relatam a importância de se conhecer as zonas antes e depois da arrebentação, sendo que possuem características e intensidades dos movimentos diferentes. Os movimentos que se produzem antes da onda arrebentar em geral são movimentos de vaivém, diferente dos movimentos aluvionares realizados após a arrebentação são extremamente complexos. Desse modo obtêm-se uma maior quantidade de areias postas em movimentos.

De acordo com Alfredini; Arasaki (2009) foram realizados vários estudos sobre o transporte litorâneo, tanto na natureza quanto no laboratório. “Existem estudos experimentais que procuram ligar diretamente o volume de material transportado com as características das ondas atuantes, enquanto outros abordam o transporte de sedimentos com base nas características dos agentes transportadores (correntes de arrebentação e ondas)” (Alfredini; Arasaki, 2009, p. 133).

Alfredini; Arasaki (2009) alegam que apesar de que os dados mediante investigações de campo e laboratório sejam úteis nas tentativas de entender os processos litorâneos, os fenômenos são complexos e difíceis de se medir. Sendo um dos motivos de muito esforço para estudar o mecanismo do movimento dos sedimentos nos processos costeiros.

As ondas que se desenvolvem nos oceanos são geradas pelos ventos que sopram sobre a superfície da água. Podem ser produzidas por abalos sísmicos e maremotos, que apesar de possuir efeitos catastróficos, são praticamente nulos entre os processos costeiros brasileiros (SOUZA et al., 2005). Conforme pode ser visto em Davies (1980 apud SOUZA et al., 2005), o regime de ondas que se atenua sobre a costa brasileira fica caracterizado por ondulações geradas pelos ventos alíseos de NE, dominando ao longo da costa entre o Amapá e o Rio Grande do Norte, e por ondulações geradas pelo cinturão tempestuoso subpolar do Atlântico Sul, portanto vindas de SE, dominando ao longo da costa do Rio Grande do Sul.

A incidência de ondas na linha de costa gera um sistema de circulação ou correntes costeiras capazes de movimentar grandes quantidades de sedimentos. O movimento de areia é denominado deriva litorânea ou longitudinal, é a mais importante corrente costeira. Ela é o principal agente de movimentação, retrabalhamento e distribuição dos sedimentos ao longo da costa, e também a

principal causa de afogamento que ocorrem nas praias. Qualquer alteração conduzida pelo homem no sistema de deriva litorânea afeta o equilíbrio do estoque natural de areia ao longo das praias, afetando as taxas de erosão ou deposição. Obras de engenharia costeira, como molhes, portos, aterros e dragagens, têm sido responsáveis por erosão de muitos trechos ao longo da costa brasileira (SOUZA et al., 2005).

Desse modo podemos dizer que o equilíbrio da praia, em geral, é um equilíbrio dinâmico, pois grandes quantidades de areia estão em movimento, mas de tal forma que a quantidade de areia que entra em uma área em um determinado intervalo de tempo dado é igual, a quantidade de areia que sai em um mesmo intervalo de tempo (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Erosões indesejáveis em praias onde ocorre a falta de material em algum local ou assoreamento de um canal navegável, devido à superabundância de material podem afetar a integridade estrutural ou a utilidade funcional de uma obra costeira. Portanto é necessário conhecer com precisão, o modo e a intensidade com que se processa o caminho das areias. Escolhendo a solução mais adequada para atender determinado objetivo, evitando ou resolvendo com maior eficiência os problemas resultantes da ruptura do equilíbrio dinâmico existente antes da obra (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Souza et al. (2005) relatam em seu texto o regime de marés como sendo outro fator determinante da geomorfologia de áreas costeiras. As marés resultam da atração gravitacional exercida nas águas oceânicas pelo Sol e principalmente pela Lua, que exerce o dobro de força gravitacional do Sol, devido a sua maior proximidade com a Terra. À medida que a Terra rotaciona, as águas oceânicas sobem e desce duas vezes ao dia produzindo as marés semidiurnas. Devido à configuração das bacias e às complexidades da linha de costa, ostentam marés diurnas com uma subida e uma descida por dia, ou marés mistas com subidas e descidas de diferentes magnitudes.

Durante o mês, as variações entre o alinhamento do Sol e da Lua geram as marés astronômicas de sizígia (lua nova e lua cheia) e de quadrantura (quartos de Lua). As marés de sizígia são cerca de 20% mais altas (maré alta) e mais baixas (maré baixa) do que as marés de quadrantura. As costas apresentam diferentes regimes de marés, que são classificadas em três tipos: micromarés, quando a amplitude de maré de sizígia é <2m; mesomarés, quando as amplitudes variam

entre 2 e 4 m; ou macromarés, quando as amplitudes são >4m. As micromarés incidem nas costas sul e sudeste, as mesomarés atuam na costa leste e em parte da nordeste, e as macromarés ocorrem em parte da costa nordeste e em toda a costa norte (SOUZA et al., 2005).

2.5.1 Características dos Sedimentos de Praia

Os ambientes de sedimentação são locais favoráveis para a acumulação dos sedimentos transportados por processos naturais a partir de diferentes agentes superficiais, como a água de superfície, vento, gelo e ação da gravidade. Dentre os diversos ambientes de sedimentação continentais e marinhos, ocorrem aqueles diretamente localizados na linha da costa, como as praias e barreiras arenosas, estuários, deltas, lagunas e dunas eólicas costeiras. Em função de sua localização geográfica na interface continente oceano, sendo constantemente remobilizados pela ação dos processos costeiros associados às costas, correntes costeiras e marés e ao aporte de sedimentos, faz com que esses ambientes tornam-se altamente modificáveis (SILVA et al., 2004).

De acordo com Silva et al. (2004) o ambiente frontal de muitos sistemas costeiros, como deltas, estuários e lagunas, são compostos por praias e barreiras ou cordões arenosos. Sendo regiões extremamente dinâmicas, as características morfológicas refletem o agente modificador predominante, no caso de ondas ou marés e os atributos dos sedimentos que as compõem, como por exemplo, a granulometria geralmente arenosa.

Alfredini; Arasaki (2009, p. 141) mencionam praia como sendo:

> A zona que se estende entre o limite mais baixo da maré e o limite superior no qual são sentidos os efeitos dinâmicos do movimento das ondas, que se situa em geral mais para a costa do que o nível da maré alta.

Segundo Alfredini; Arasaki (2009) a areia de praia representa o último estágio da erosão de rochas cristalinas produzido por rios ou por geleiras e também pode ser originária da destruição de bancos conchíferos ou de coral pela abrasão produzida pelas ondas ou pela ação perfurante de certos microorganismos. A produção dos grandes depósitos de areia foi produzida pela erosão massiva de rochas cristalinas em eras geológicas passadas.

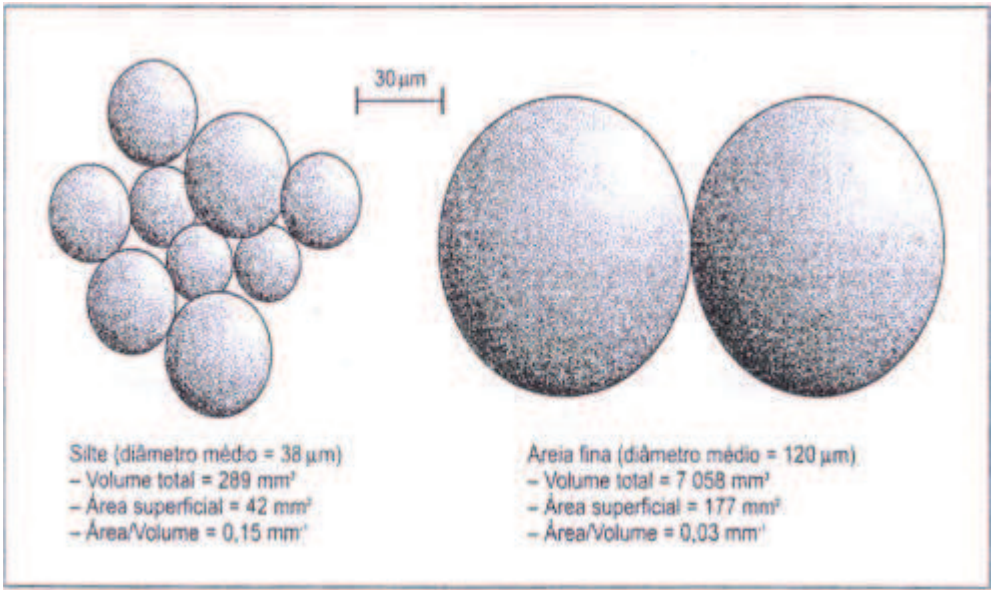
Alfredini; Arasaki (2009) explicam o significado de fonte e sumidouro, o primeiro é qualquer processo que aumenta a quantidade de areia no volume de controle definido, já o segundo é qualquer processo que diminui a quantidade de areia volume de controle. As fontes em geral são identificadas como positivas e os sumidouros como negativos. Em um balanço sedimentar completo, a diferença de volumes entre a areia acrescentada por todas as fontes e a extraída por todos os sumidouros deve ser zero. Normalmente o balanço é realizado para avaliar a erosão ou taxa de deposição desconhecida.

De acordo com Alfredini; Arasaki (2009) relatam o elenco das fontes dos sedimentos de praia como sendo: rios, erosão de costas e rochedos, transporte de ilhas ou bancos ao largo, alimentação artificial de praia, produção de carbonato e sedimentos trazidos pelo vento. Também citam o elenco dos sumidouros dos sedimentos de praia: emborcaduras e lagunas, galgamento de cordões litorâneos, acúmulo no pós-praia e dunas, transporte de sedimentos para o largo, vales submarinos, deflação, restingas, perdas por abrasão ou dissolução de carbonatos e extração, mineração e dragagem.

Os rios ainda quando são jovens, nas partes mais declivosas do relevo, próximo a nascente, os leitos são constituídos por matacões, seixos e cascalhos, resultado da alta energia potencial hídrica que carreia qualquer partícula de granulometria reduzida (SUGUIO, 1980 apud WASSERMAN; WASSERMAN, 2008). Ao atingir região costeira, a ocorrência de baixa energia hidrodinâmica determina a presença de planícies sedimentares de material muito fino. No entanto, nas costas onde a energia das ondas é muito alta, os sedimentos tentem a se dispensar no mar adentro, se perdendo em grandes profundidades (KENNETT, 1982 apud WASSERMAN; WASSERMAN, 2008).

A Figura 9 demonstra o material sedimentar de duas granulometrias distintas. A relação área/volume do grão mais fino é cinco vezes maior que a do grão mais grosseiro. No entanto, a reatividade das partículas finas no ambiente costeiro influencia muito na retenção de metais e outros poluentes devido a sua elevada superfície específica. Além disso, apresentam uma superfície altamente reativa, com capacidade de interagir com outras partículas e substâncias dissolvidas (WASSERMAN; WASSERMAN 2008).

Figura 9 – Representação comparativa da superfície específica de duas granulometrias distintas, silte e areia fina.



Fonte: Wasserman; Wasserman (2008).

De acordo com Silva et al. (2004) a granulometria dos sedimentos da praia interfere diretamente em sua morfologia. Quando uma onda quebra na praia, são depositados sedimentos em direção a costa, e logo depois retornam para o mar por refluxo das águas. Devido à perda de energia em função da percolação d'água na face da praia, a maioria dos sedimentos que são empilhados na praia por ondas não consegue retornar para o mar, provocando o acréscimo do gradiente da praia. Sendo assim a granulometria do sedimento controla diretamente a taxa de percolação, as areias finas possuem uma taxa de percolação bem menor comparado com a percolação de areias mais grossas ou cascalho, resultando em maior dissipação de energia da corrente de refluxo nas praias com areias mais grossas, acarretando gradientes mais elevados.

As dimensões e granulometria da areia de praia dependem essencialmente da agitação ondulatória em cada ponto, sendo assim para saber a granulometria de uma praia, é preciso definir local, ponto do perfil, instante, maré e clima de ondas, pois a dimensão da areia pode variar na relação de para 1 para 3 de um dia para outro no mesmo ponto. Acha-se areia grosseira ou mesmo pedregulhos nas partes menos abrigadas das agitações, por outro lado, areia fina é encontrada nas partes mais abrigadas, onde podem tranquilamente decantar (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

De acordo com Alfredini; Arasaki (2009) a estrutura da arrebentação é de fundamental importância na definição granulométrica, pois é junto dela que ocorrem o nível máximo de turbulência e os grãos mais grosseiros.

Grande parte das areias é predominantemente composta de quartzo, mineral mecanicamente durável e quimicamente inerte, cuja densidade é de 2,65. Pequenas quantidades de feldspato, carbonatos e minerais pesados. A densidade aparente das areias varia de 1,45 a 1,85 quando secas varia de 1,9 a 2,15 quando saturadas (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Klein (2004 apud MENEZES, 2008) em seu estudo a respeito da morfodinâmica de praias de enseada no litoral de Santa Catarina constatou que o padrão geral das praias catarinenses possui baixos valores de declividades na região abrigada ao promontório, estas praias são compostas por grãos de tamanho de areia fina a muito fina, com forma côncava e estreita.

A pesquisa realizada por Silveira; Klein e Tessler (2011) relatam a classificação morfodinâmica das praias de todo o litoral catarinense. Foi analisado o predomínio de praias dissipativas na região dos municípios de Imbituba e Laguna, a qual proporciona extensos campos de dunas na planície costeira adjacente, no entanto são representadas por zonas de surfe muito desenvolvidas (> 100m), em decorrência da incidência de ondas de alta energia e/ou do tamanho de grão, que varia de areia muito fina a areia fina. O pequeno tamanho de grão faz com que a praia se apresente com baixa declividade (<3º). O tipo de quebra de onda é predominantemente deslizante e normalmente não ocorrem correntes de retorno muito persistentes (Short, 2006 apud SILVEIRA; KLEIN; TESSLER, 2011).

2.5.2 Transporte de Sedimentos Litorâneos

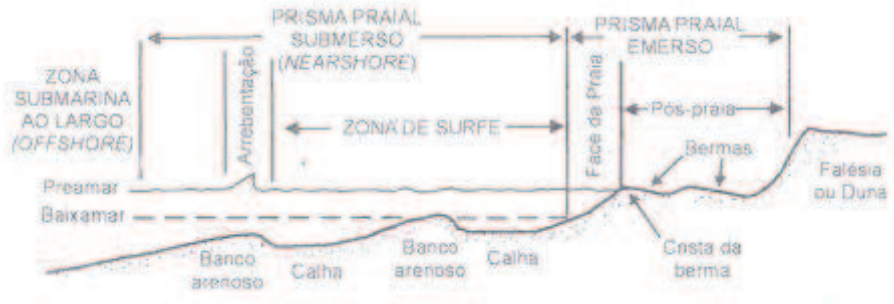
Estudos indicam que o maior índice de porcentagem de areia transportada ao largo da costa sucede da linha de arrebentação para a praia. As taxas mais prováveis de transporte litorâneo que ocorre na costa natural são obtidas pela quantidade de material depositado junto as estruturas costeiras, ou a ocorrência de erosões costeiras, como também levantamentos de dragagens de manutenção em bacias portuárias (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Segundo Alfredini et al. (2009, p.145) o transporte de sedimentos ocorre de dois modos sendo eles:

> Por arrastamento de fundo dos grãos que se arrastam sobre o leito devido à ação do escoamento e em suspensão pelas correntes após os grãos terem sido levantados do leito pela turbulência. Ambos os modos estão usualmente presente ao mesmo tempo, sendo mais fácil identificar duas zonas de transporte com base no tipo de movimento fluido que inicia o movimento sedimentar: ao largo o transporte é iniciado pela ação das ondas sobre rugas, e na zona de arrebentação o transporte é iniciado principalmente pelo fenômeno de arrebentação.

A Figura 10 apresenta subdivisões morfológicas, morfodinâmicas e hidrodinâmias de uma praia, a parte da zona litorânea exposta durante a maré baixa e absorvida durante a maré alta, que só é alcançada pelo mar durante ondas de tempestade, ou durante marés excepcionalmente altas. Posterior a face de praia, em direção ao mar, encontram-se a antepraia, como sendo a região permanentemente coberta pelas águas, que compõe o prisma praial submerso. A antepraia estende-se desde o limite inferior da face de praia, até profundidades em torno de 10 a 20m (SILVA et al., 2004).

Figura 10 – Subdivisões morfológicas, morfodinâmicas e hidrodinâmias de uma praia.



Fonte: Silva et al. (2004).

Souza et al. (2005) descrevem as zonas e setores do sistema praial:

- pós-praia: zona que se estende do nível do mar na maré alta de sizígia até a base de dunas ou linha de vegetação permanente;
- estirâncio: zona praial estabelecida entre o nível do mar na maré alta de sizígia e o nível do mar na maré baixa da sizígia;
- prisma praial: zona que se estende do ponto da última quebra de onda normal na face da praia até o limite máximo de ação do espraiamento de ondas de tempestade.
- zona de surfe e de arrebentação de ondas: zona que se estende da primeira linha de arrebentação de ondas até o ponto de última quebra da onda sobre a face de praia.

De acordo com Silva et al. (2005) as modificações morfológicas periódicas analisadas na grande maioria das praias são procedidas principalmente das alternâncias na energia das ondas. No verão, sedimentos são acarretados para as praias, construindo bermas, no inverno os bermas costumam ser totalmente ou parcialmente erodidos, os sedimentos são depositados na área submersa ao largo. Estes sedimentos são novamente remobilizados e transportados em direção às praias, no verão seguinte, recomeçando o processo de construção de novos bermas e o progressivo engordamento das praias.

Estudando o transporte de sedimentos litorâneo longitudinal, Alfredini; Arasaki (2009,p. 148) explicam que convém considerar as duas zonas distintas:

> A primeira, situada entre a linha de arrebentação e a costa (entendido como cota zero o nível de redução das sondagens verticais equivalente à média das menores baixa-mares de sizígia), onde se manifesta a corrente longitudinal. Nesta zona, o material sólido é transportado pela corrente, quer em suspensão quer por arrastamento de fundo, como nos cursos d'água. A segunda é a zona de espraiamento, na qual as partículas sólidas têm um movimento aproximadamente em zig-zag, resultante de uma subida oblíqua na direção de propagação da onda e de uma descida que se efetua praticamente segundo a linha de maior declive da praia.

No entanto, Alfredini; Arasaki (2009, p. 129) resumem as características principais do transporte de sedimentos em praias:

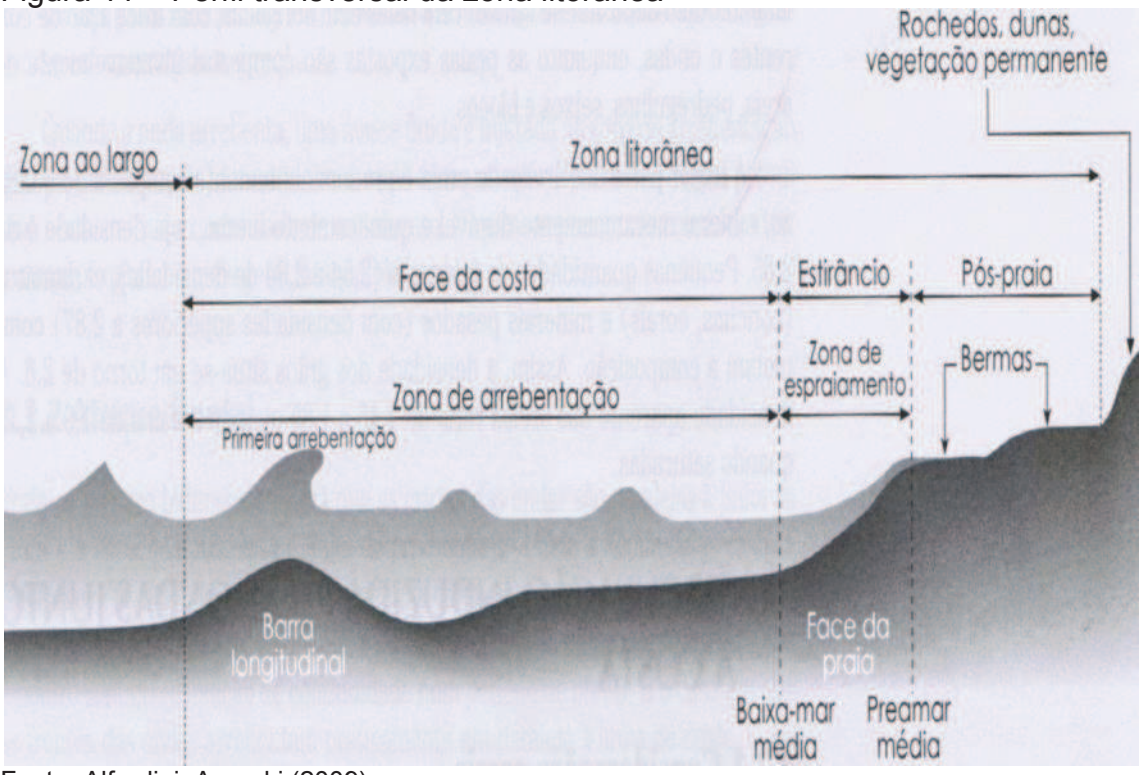
- Transporte por arrastamento de fundo devido à intensa ação das velocidades fluidas junto ao fundo;
- Movimentação de grandes quantidades de sedimentos pela ação turbulenta da arrebentação das ondas;
- O transporte de material fino em suspensão de modo semelhante ao transporte de massa fluida.

2.5.3 Perfis Transversais de Praias

Alfredini; Arasaki (2009) denominam perfil de equilíbrio (ou limite) de praia aquele que sob ação de uma onda, distinguida pelos parâmetros altura, período e rumo numa dada profundidade, o perfil inicial da praia modifica-se até atingir um estágio de equilíbrio no qual o perfil fica inalterado, mas existem dois tipos de perfis extremos, o chamado de "perfil de verão" ou de "bom tempo" ou "de engordamento"; e o chamado "perfil de inverno", ou de "mau tempo", ou "de erosão".

O perfil transversal de uma praia pode ser subdividido num certo número de zonas características, cuja importância esta ligada aos efeitos que sobre elas são determinados pela ação das correntes marítimas e do movimento das ondas. A Figura 11 apresenta o perfil transversal de uma praia (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Figura 11 – Perfil transversal da zona litorânea

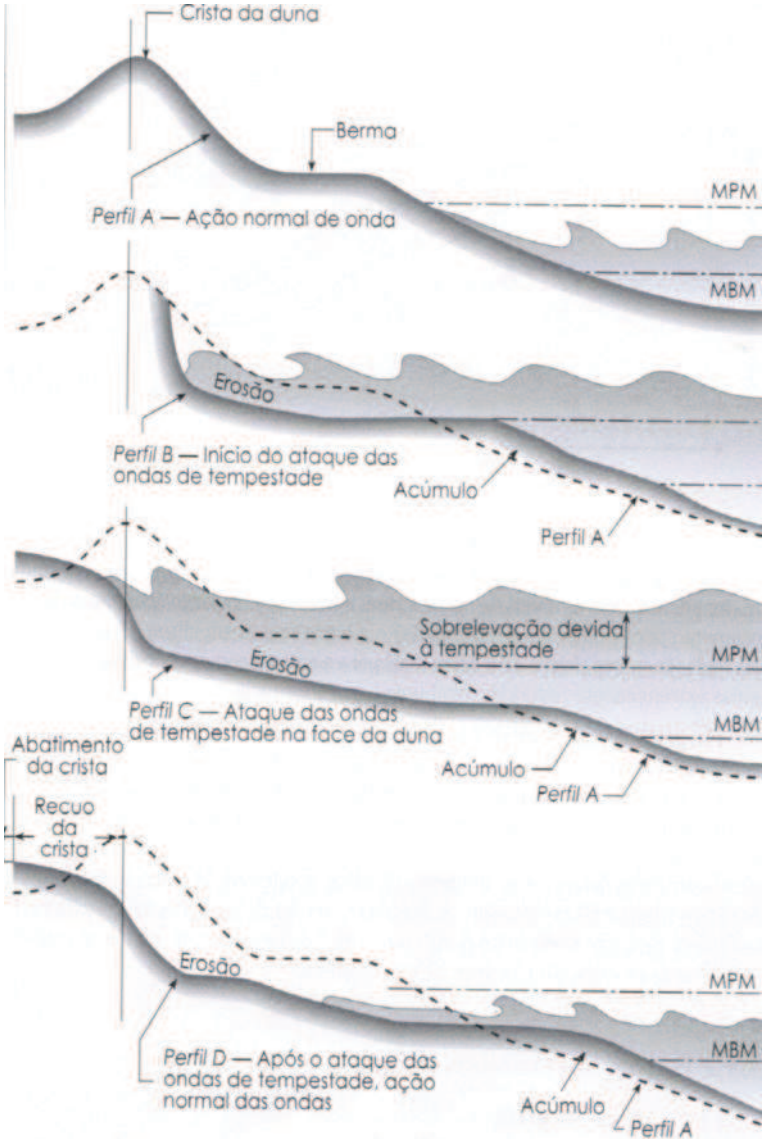


Fonte: Alfredini; Arasaki (2009).

De acordo com Alfredini; Arasaki (2009) os perfis transversais são medidos perpendicularmente à linha da costa na zona ativa de movimentação sedimentar. Esta zona ativa amplia-se tipicamente de campos de dunas, ou linhas de rochedos, ou área de vegetação permanente a um ponto ao largo onde se tem transporte incipiente das areias devido à ação das ondas (usualmente profundidades de aproximadamente 10 m em mar aberto).

Nessa zona, uma porção do perfil de praia pode mudar drasticamente em poucas horas com um severo aumento da agitação (ver Figura 12). Os dados de perfis de praia são necessários para os estudos de Engenharia Costeiros, como exemplos os planejamentos de engordamentos artificiais de praias, projetos de muros de praia, píeres campos de espigões, dutos submarinos e outros tipos de estruturas costeiras (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Figura 12 – Diagrama esquemático do ataque de onda de tempestade na praia e duna.



Fonte: Alfredini; Arasaki (2009).

Silva et al. (2004, p. 194) mencionam a importância da realização dos perfis topográficos de praias:

> A realização de perfis topográficos de praias sazonais e diferentes condições de mar é fundamental para o reconhecimento da dinâmica de transporte sedimentar em uma determinada região costeira. Esta técnica [...] fornece informações valiosas para a construção de obras de engenharia costeira.

Segundo Silva et al. (2004) o estudo de perfis topográficos praias sazonais permite calcular e realizar previsões do volume de sedimentos transportados, do mesmo modo permite identificar quais são as regiões mais propensas a erodir ou par da disposição de sedimentos.

Para Souza et al. (2005) os perfis topográficos são representados em diagramas de cota ou elevação (m) *versus* distância (m) e os dados obtidos são processados em programas computacionais. Posteriormente, faz-se a análise comparativa das variações da linha de costa e do volume de sedimentos entre os perfis e são efetuados os cálculos de perdas, dos ganhos e do balanço sedimentar em cada perfil praial no período de estudo.

Um perfil de praia pode recuar mais de 30 m em direção a costa em uma única tempestade. Se a quantidade de areia removida para o largo atingir áreas suficientemente ao largo, não permitindo retorno por meio de ondas “de bom tempo” pode acarretar em um recuo permanente na linha da costa. Sendo de fundamental importância que essas variações do perfil transversal da praia devem se documentadas antes de iniciar um projeto de obra costeira (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Para Silva et al. (2004) as dunas são um importante estoque de areia no litoral, sendo o suporte nos casos de erosão durante tempestades e mantendo o perfil de equilíbrio da praia.

2.5.4 Formações Costeiras Típicas

Serão abordadas deste item as formações costeiras produzidas pela ação do mar como agente do transporte litorâneo. Formações produzidas por erosão referentes a variações geológicas não serão abordadas. As formações descritas a seguir são: Flexas, barras, restingas, barreiras, tômbolos, baías e bancos (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Conforme Alfredini; Arasaki (2009), as flechas são formações que podem se situar na interface entre os mecanismos fluviais e marítimos como agentes formadores, contribuem significativamente com o transporte de sedimentos litorâneo. Formam-se nas desembocaduras fluviais, trazendo o aporte sólido continental a praias.

De acordo com Silva et al. (2004, p.183) “as ondas constituem um dos processos marinhos mais efetivos na seleção e redistribuição dos sedimentos depositados nas regiões costeiras e plataforma continental interna.”

Semelhante às flexas, as barras são formadas em embocaduras costeiras, porém com transporte menor de sedimentos em comparação com as

flechas, fazendo com que a barra mantenha-se praticamente sempre coberta pela maré (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Afredini; Arasaki (2009) relatam as restingas, os geógrafos identificam uma grande variedade de tipos e são formadas por uma brusca diminuição da velocidade da corrente litorânea longitudinal, produzindo a deposição sedimentar. Pode-se formar a partir do extremo de um espigão ou molhe, de uma ponta ou cabo. Existem restingas de comprimentos de dezenas de quilômetros.

As barreiras são formadas por materiais que se movimentam perpendicularmente à costa, geralmente formam-se na extremidade externa de uma zona rasa onde as ondas se arrebentam; o aporte de areia eventualmente formará uma berma, isolada da costa na qual transformará na barreira (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

De acordo com Silva et al. (2004) as barreiras ou cordões são formações alongadas paralelas à linha de costa, podendo atingir mais de 50 km de extensão, estreitos (menos de 1 km) e com relevo baixo (menores que 10 m). Alguns cordões são separados do continente por uma das extremidades, formando pontais arenosos.

Tômbolos são formados na presença de alguns obstáculos em frente à costa, podendo ser um navio encalhado, um quebra mar, fazendo com que diminua a atividade da onda entre o obstáculo e a costa. Como a redução da agitação das ondas na zona de sombra resulta na redução de transporte de sedimentos, o material transportado ao longo da costa se deposita na zona de sombra formando um tômbolo, que só pode ser notado na baixa-mar (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

De acordo com Alfredini; Arasaki (2009) as baías e enseadas são formadas graças à presença de saliências, promontórios, costões, formações rochosas que a limitam, a forma da baía depende até certo grau, da direção de exposição ao ataque das ondas.

Bancos e formações complexas são formações costeiras com complexos mecanismos de formação, geralmente são formações de grande escala e suas evoluções influenciam em longo prazo as áreas costeiras, no entanto alteram as condições de aproximação das ondas junto às costas. (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

2.5.5 Oscilações do Nível do Mar

Grandes oscilações do nível do mar ocorreram no período Quaternário e exerceram um papel preponderante na evolução das linhas de costa. Neste período o principal fator que causou mudanças no nível dos oceanos foi o aumento e desintegração de geleiras continentais, que foram responsáveis por variações globais do nível dos oceanos. Estima-se que o nível do mar global subiu em média 70 a 65 metros, atingindo até mesmo cerca de 100 a 130 metros em alguns lugares, principalmente na Europa e América do Norte, devido ao degelo das geleiras no Quaternário Superior (últimos 20.000 anos) (SILVA et al., 2004).

Desde a revolução industrial a terra vem sofrendo um aumento contínuo de emissão de gases acarretando em um aquecimento global, esse fenômeno é chamado de efeito estufa, derivado da espessa camada de gases como o dióxido de carbono, metano, vapor d'água e clorofluorcabonos (CFCs), abrangendo todo planeta, retendo a radiação infravermelha derivada da energia solar (HANSEN et al., 1981 apud SILVA et al., 2004). Alguns cálculos indicam que ao multiplicarem por dois a quantidade de dióxido de carbono presente na atmosfera, a temperatura global da Terra aumentaria entre 3ºC e 4ºC (IPCC, 1995 apud SANT'ANNA NETO; NERY, 2009).

Estudos evidenciam que a concentração de CO_2 na atmosfera aumentou de 290 ppm em 1980 (valor estimado) para 315 ppm (valor medido) e 340 ppm em 1980 (medido) (HANSEN et al., 1984 apud SILVA et al.,2004). Esses aumentos acarretam um aumento nos valores médios de vazão dos rios do nosso planeta, aumentaria também o nível relativo do mar (estimado a 5 m), o que causaria inundações significativas nas regiões costeiras (SANT'ANNA NETO; NERY, 2009).

Vários modelos foram realizados para estimar as taxas de elevação do nível do mar em relação ao aumento da temperatura global, alguns indicam elevação de 68 cm até o ano de 2100 (IPCC, 1990 apud SILVA et al.,2004), porém outros evidenciam uma elevação de 2 m no mesmo período (TITUS,1988 apud SILVA et al.,2004). Consequentemente ao comportamento da elevação do nível do mar no último século no Brasil, estudos apontam uma tendência erosiva observada em muitos setores da linha de costa, como o litoral de falésias do nordeste e algumas praias arenosas no Pernambuco, Bahia e Rio de Janeiro (BIRD, 1987 apud SILVA et al., 2004).

2.5.6 Erosão Costeira

A forma mais comum de erosão é a perda da camada superficial do solo pela ação da água e/ou do vento. O escoamento superficial da água carrega a camada superior do solo, podendo causar a formação de ravinas (isto é, pequenos sulcos que ainda podem se remediados) e voçorocas (canais mais profundos que podem ser cortados por fluxos de água maiores e difíceis ou impossíveis de serem remediados) e também causar a destruição das margens de rios e movimentos de massa (deslizamentos de terra). O deslocamento de partículas da camada superior pela ação do vento é mais comum nos climas árido e semi-árido do que sob condições mais úmidas, podem criar grandes buracos e dunas. Uma forma mais extrema de erosão é a deformação do terreno (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

De acordo com Araújo; Almeida e Guerra (2005) os riscos de erosão dependem tanto das condições naturais quanto dos modelos de uso da terra. O clima (especialmente a intensidade da chuva), as características das encostas, a cobertura vegetal e a natureza do solo também são importantes. A respeito ao uso da terra, qualquer atividade antrópica que exija a remoção da cobertura vegetal protetora (florestas, arbustos, forragens etc.) causa a erosão.

Vanoni (1966 apud CRUZ; FERREIRA; PAIVA, 2009, p. 263) relata os fatores que influenciam na erodibilidade de um solo:

> [...] tamanho e distribuição das partículas, resistência ao cisalhamento (coesão), índice de plasticidade, teor de argila, porcentagem de areia, silte e argila, tipo de argila, dispersividade da argila, valência e solvidos, temperatura, orientação das partículas, umidade natural antes da chuva, área exposta, intensidade de chuva, declividade do terreno, taxa de escoamento, profundidade e velocidade de escoamento e características da cobertura vegetal.

Posteriormente as extensas pesquisas desenvolvidas por Sherard constataram-se que as argilas dispersivas possuem preponderância de cátions de sódio, isso faz com que elas erodem facilmente na presença de água, quando a força repulsiva (superfície elétrica), atuante entre as partículas de argila, excede a força de atração (Van Der Walls). Assim, essas partículas são progressivamente separadas da massa, ficando em uma suspensão coloidal. Por outro lado as argilas resistentes à dispersão possuem comumente cátions de cálcio e magnésio, se a quantidade de sais dissolvidos na água livre do solo for alta, poderá predominar a

ação dos cátions cálcio, magnésio e potássio que tendem a flocular as partículas de argila. Assim, a determinação dos sais dissolvidos na água livre é importante na análise da dispersividade (SHERARD, 1972 apud CRUZ; FERREIRA; PAIVA, 2009).

A erosão costeira é um processo natural decorrente de balanço sedimentar negativo que ocorre ao longo da linha de costa (SOUZA et al., 2005). Atualmente é um dos principais problemas ambientais estabelecido em nível global, no entanto as grandes aglomerações urbanas se encontram em sua maioria próximas ao litoral (PEDROSA, 2009). De acordo com Oliveira (1999 apud PEDROSA, 2009), 12 dos 20 maiores centros comerciais mundiais localizam-se a menos de 100 km do litoral.

Segundo Clark (1993 apud SOUZA et al., 2005, p. 137), cita as características que podem ser consideradas áreas com problemas de erosão:

> a) altas taxas de erosão ou erosão significativa recente; b) taxas de erosão baixa ou moderada em praias com estreita faixa de areia e localizadas em áreas altamente urbanizadas; e c) praias reconstruídas artificialmente e que seguem um cronograma de manutenção. Poder-se-ia incluir aí também as praias que necessitam ou que já possuam obras de proteção ou contenção de erosão.

De acordo com Souza et al. (2005, p.137) a erosão costeira pode trazer várias consequências, entre elas, “a redução na largura da praia, perda e desequilíbrio de habitats naturais, aumento na frequência de inundações decorrentes das ressacas, aumento da intrusão salina no aquífero costeiro, destruição de estruturas construídas pelo homem e perda do valor paisagístico e, consequentemente, do potencial turístico da região. ”

Vários estudos estão sendo realizados para a determinação de taxas ou identificação de indícios de erosão costeira, estes podem ser efetuados por meio de método diretos e indiretos. O método direto mais utilizado no Brasil é o clássico monitoramento das praias através do levantamento de perfis topográficos (descritos por Emery, 1961), que abrange a caracterização morfológica da praia, análises sedimentológicas e a integração com dados metereológicos e oceanográficos diretos (medições *in situ*) ou indiretos (dados de campanhas oceanográficas realizadas em outros períodos). Os métodos indiretos são geralmente utilizados para a caracterização de eventos de erosão costeira de longo período (SOUZA et al., 2005).

Souza et al. (2005) citam três tipos de ações que podem ser tomadas como resolução ao problema da erosão sendo elas: i) Abandonar a área ameaçada; ii)Restringir a ocupação das áreas em risco e iii) Implementar medidas de proteção costeira.

Os métodos de proteção costeira atuam de maneira a mitigar temporariamente as consequências da erosão, já que não eliminam as causas do processo em si, necessitam de manutenção periódica para que preservem sua função. A reconstrução de praias e dunas consiste em adicionar areia de granulometria semelhante à da praia original (geralmente por dragagem e aterro) para compensar o volume e a área perdida por erosão, está técnica tem sido utilizada com sucesso em algumas praias brasileiras, a exemplo das praias de Copacabana (RJ) em 1970, Camburi (ES) em 1998, Piçarras, Alegre e Gravatá (SC) em 1999 (SOUZA et al., 2005).

Os principais problemas que afetam as praias, como a erosão costeira e a poluição, infelizmente ainda são poucos estudados. Estudos sistemáticos envolvendo setores costeiros amplos, como as costas estaduais, estão concentrados nas regiões Sudeste e Sul do país, isso se deve ao grande número de centros de pesquisas de universidades, da maior disponibilidade de suporte financeiro para a pesquisa e da mais rápida formação de quadros nessas regiões. Consequentemente, fica comprometido o planejamento do uso e ocupação da zona costeira e a conservação das praias (SOUZA et al.,2005).

Menezes (2008) realizou seu estudo sobre o balanço de sedimentos arenosos na enseada de Balneário Camboriú-SC. Descreveu a necessidade de fazer a descrição da sedimentologia da região para se compreender o balanço sedimentar. Caracterizou a sedimentologia da praia e antepraia de Balneário Camboriú, apresentando a localização dos pontos amostrais, bem como a metodologia de análise, resultados e discussão.

De acordo com o estudo realizado pelo Menezes (2008) para a caracterização sedimentológica da área da praia de Balneário Camboriú, foram coletadas 15 amostras, nos anos de 1994 e 2006. As coletas foram realizadas de forma pontual e repetidas nos mesmos locais, ao longo da porção média da zona de espraiamento. Os pontos amostrais foram separados a uma equidistância de 400 metros e numerados a partir da extremidade da enseada.

As análises foram realizadas em laboratório, primeiramente as amostras

foram lavadas com água destilada para a retirada dos sais e secas em estufa a uma temperatura aproximadamente a 60 ºC. Após secas foram quarteadas para a obtenção de sub-amostras representativas. Aproximadamente 40g foram utilizadas para a análise granulométrica dos sedimentos. A fração de sedimentos grossos da amostras (>0,062 mm) foi submetida ao processo de peneiramento mecânico por 20 minutos e a fração fina (<0,062mm) foi analisada segundo o método da pipetagem (SUGUIO, 1973 apud MENEZES, 2008).

Conforme o estudo analisado por Coelho et al. [2009?] com vistas a entender os processos dinâmicos atuantes na praia do Bessa, porção setentrional do município de João Pessoa (PB) que sofre com o problema de urbanização intenso, ocorrendo de maneira desordenada que acaba acarretando no desequilíbrio ambiental do ecossistema natural, sendo este o principal motivo dessa pesquisa.

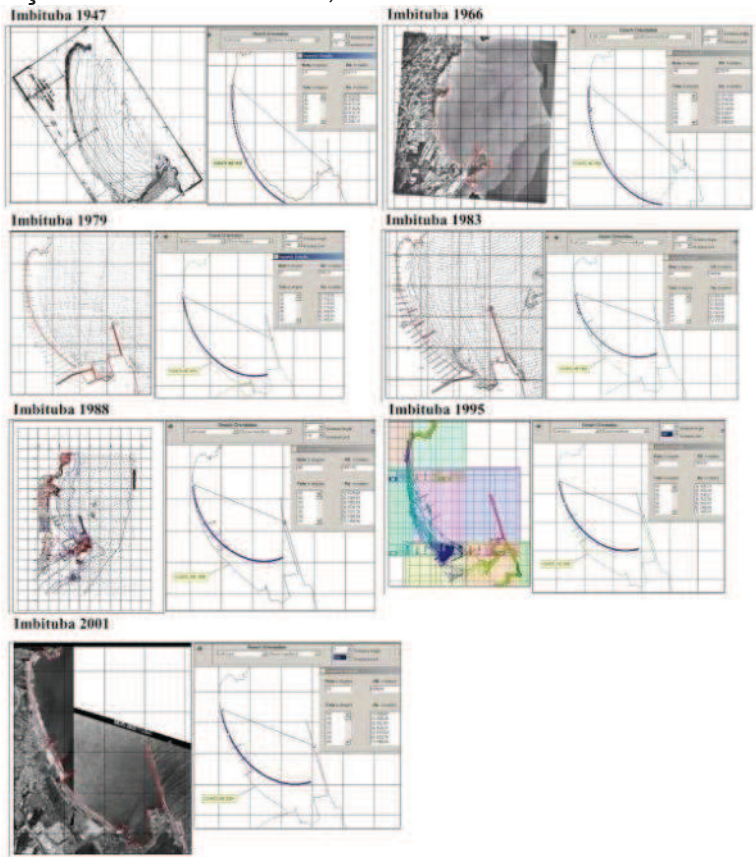
O período para a coleta dos sedimentos se deu no mês de agosto a dezembro de 2008, sempre na maré de sizígia de lua nova, de acordo com as tábuas de maré do Porto de Cabedelo/PB. As amostras foram coletadas para observar o momento de deposição atual, totalizando 18 amostras que foram acondicionadas em sacos plásticos [COELHO et al.,2009?].

As análises dos sedimentos coletados foram realizadas no Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais (LEGAM) da UFPB. Passando por um processo de lavagem com água destilada para a retirada do sal, posteriormente passou-se pelo processo de secagem na estufa com a temperatura de 70 ºC. Depois de secos foram retirados 100 gramas de cada amostra, através do quarteamento, para a realização do peneiramento seco de peneiras (*rot-up*) [COELHO et al.,2009?].

A classificação granulométrica utilizada baseia-se na de Wenthworth [1922, apud COELHO et al., 2009?]. As peneiras possuíam malhas com aberturas que variavam entre 0,074 mm e 2,0mm, dividindo os sedimentos em grânulos, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte/argila.

Lausman (2006) realizou seu estudo sobre as fontes de contribuição de sedimentos para baía onde está localizada o Porto de Imbituba e analisou os perfis de equilíbrio da Praia do Porto, utilizando o programa MEPMAY traçou a evolução da linha de costa (linha azul) sobre imagens aéreas relativas aos anos 1947, 1966, 1979, 1983,1988,1995, 2001.(Figura 13).

Figura 13 – Evolução da linha de costa, utilizando MEPMAY.



Fonte: Lausman (2006).

De acordo com Lausman (2006) a principal fonte de contribuição de sedimentos é o material arrastado do morro localizado no bairro Vila Nova Alvorada (Divinéia), mais ao norte da baía. Em 1980 pode se ressaltar que após fortes chuvas o material era transportado para o mar (Figura 14).

Figura 14 – Encosta do morro da Divinéia, localizado ao norte da baía em novembro de 1980.

Fonte: Lausman (2006).

Em 2004 pode-se perceber a grande perda de vegetação (Figura 15) e como consequência o aumento de transporte de sedimento para a baía (LAUSMAN, 2006).

Figura 15 – Encosta do morro com grandes perdas de vegetação em agosto de 2004.

Fonte: Lausman (2006).

De acordo com Lausman (2006) foram construídos espigões em 1981 com o objetivo de minimizar o transporte de sedimentos em direção ao porto (Figura 16). Em 2012 observa-se a continuação do processo erosivo e a contribuição de sedimento (Figura 17).

Figura 16 – Espigões construídos em 1981.

Fonte: Companhia Docas de Imbituba, adaptado pela autora.

Figura 17 – Encosta do morro em abril de 2012.

Fonte: Da autora.

Constatou-se que em 2001 a baía estaria perto do equilíbrio estático no norte, e instável no sul, comprovando a necessidade de dragagem constante nessa

região, sendo este um aspecto a ser melhor aprofundado e um dos objetivos do presente estudo. Esse aspecto, além da necessidade de uma melhor compreensão dos processos litorâneos e modificações causadas por atividades portuárias, constitui importante indicador com vista a subsidiar medidas de gestão de ambientes costeiros. Sobretudo a compreensão das alterações causadas pelas mudanças climáticas sobre ambientes costeiros tais como elevação do nível do mar, incremento dos processos erosivos. Estabelecendo desafios importantes na área de engenharia ambiental para mitigação e adaptação a essas mudanças.

3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa deve especificar o maior número de itens, pois responde no mesmo momento, às questões *como?, com quê?, onde?, quanto?* (MARCONI; LAKATOS, 2010).

De acordo com Marconi; Lakatos (2010) a metodologia da pesquisa deve abranger os seguintes componentes como, método de abordagem, métodos de procedimentos, técnicas, delimitação do universo (descrição da população) e o tipo de amostragem.

A pesquisa científica é elaborada por diversos objetivos e esses objetivos pressupõem opções e metodologias muitas vezes diversas em seu planejamento, qual seja o desenvolvimento de sua ação. Sendo assim, ao planejar uma pesquisa deve-se ter em mente sua finalidade (BRENNER; JESUS, 2008).

Já a pesquisa de campo tem por objetivo buscar informações e conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma solução, abrangendo o levantamento de uma hipótese, que se queira comprovar, ou ainda, de descobrir novos fenômenos ou a relação entre eles. Para isso, em primeiro lugar deverá ser feito uma revisão bibliográfica sobre o assunto em questão, pois faz-se necessária para saber em que estado encontra-se o problema e também é importante o levantamento de trabalhos que abordaram o assunto e quais são as opiniões sobre o mesmo. O segundo passo consentirá em se instituir um modelo teórico inicial de referência para auxiliar na escolha das variáveis e elaboração do plano geral da pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2010).

De acordo com Creswell (2007) na pesquisa qualitativa os investigadores utilizam a literatura de modo consistente com as suposições de aprendizado do participante, e não para indicar as questões que precisam ser respondidas sob o ponto de vista do pesquisador. Esse tipo de pesquisa é utilizado quando o pesquisador não escreveu muita coisa sobre determinado tópico ou sobre uma população em estudo, então tenta ouvir os participantes e construir um entendimento baseado nas ideias deles.

Entretanto, a pesquisa quantitativa inclui uma quantidade substancial de literatura no começo de um estudo para dar direção às questões ou para apresentar um problema, e no final de um estudo, de forma que o pesquisador possa comparar os resultados obtidos no estudo com os resultados na literatura (CRESWELL, 2007).

Possui como principal finalidade a análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas, no entanto faze-se necessário o uso de diversas técnicas, como entrevistas, questionários, formulários e empregam procedimentos de amostragem (MARCONI; LAKATOS, 2010). Esse trabalho se baseia na pesquisa quantitativa com Estudo de Caso.

A coleta dos dados deu-se de abril a junho. As proeminências foram registradas por fotografias para melhor compreensão e complementar o estudo. As saídas a campo foram acompanhadas pelo engenheiro ambiental Valdir Cunha Alves da empresa MPB Engenharia, a qual é responsável pelo assessoramento técnico ambiental para a Companhia Docas de Imbituba.

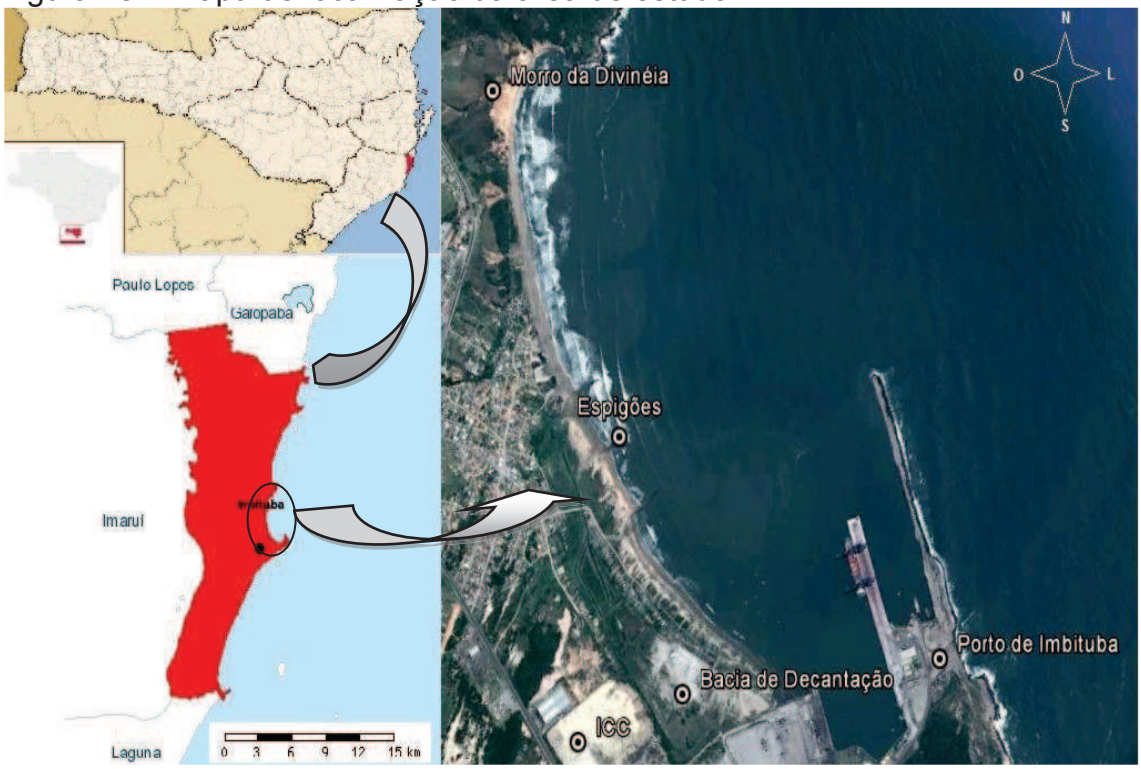
Para obtenção dos dados secundários, necessários para o entendimento do processo de morfodinâmica de praia, tais como perfis topográficos, linhas de costa, e os tratamentos necessários para mitigar os impactos e reabilitar a área, foram utilizados como principais fontes a Biblioteca da UNESC e documentos da Companhia Docas de Imbituba, além de artigos disponíveis na internet.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Delimitação da área de estudo

A área de estudo localiza-se na Praia do Porto, situada na cidade de Imbituba, município da região sul do Estado de Santa Catarina (ver Figura 18). Essa área encontra-se em uma planície embutida num promontório granítico profundo. A região, conhecida como Praia do Porto, onde se encontra localizada a área em estudo, conhecida por esta toponímia, em função do fato de que nela há um importante porto instalado, possui características industriais e residenciais. Hoje ampliada por inúmeras invasões de posseiros; e ao sul, pela Praia da Vila. Ainda na Praia do Porto, encontra-se a área onde estava instalada a Indústria Carboquímica Catarinense S.A. (ICC), hoje desativada, mas que mantém parte de suas instalações físicas (MPB ENGENHARIA, 2009).

Figura 18 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Governo do Estado de Santa Catarina (2009), Prefeitura de Imbituba (2012) e Google Earth (2012) adaptado pela autora.

Os limites físicos que serão utilizados para a análise sedimentar da praia do Porto são o outeiro localizado no bairro Divinéia ao norte e ao sul o Porto de Imbituba. O Porto de Imbituba, que dá nome à praia, é um dos portos de instalação mais antiga no sul do país. Está localizado conforme ilustrado na Figura 19 em uma enseada aberta, junto à chamada Ponta de Imbituba, possuindo águas abrigadas e profundas (COMPANHIA DOCAS IMBITUBA, 2012).

Figura 19 – Foto aérea do Porto de Imbituba.

Fonte: Companhia Docas de Imbituba (2012).

3.1.3 Coleta das amostras

Para a caracterização sedimentológica da praia do Porto foram coletadas amostras em maio de 2012, por se tratar do curto período para a realização desse estudo. As coletas foram realizadas de forma manual e pontual ao longo da porção média da pós-praia, na maré de quadratura (quartos de Lua). Os pontos amostrais foram separados a uma distância de 500 m e numerados a partir da extremidade norte da praia, totalizando em 6 amostras coletadas (Figura 20). Para a localização dos pontos foram utilizadas as seguintes coordenadas em UTM no Datum WGS84, P1= 729.113 mE e 6.877.218 mN, P2= 728.975 mE e 6.876.737 mN, P3=729.102 mE e 6.875.605 mN, P4= 729.442 mE e 6.875.605 mN, P5=729.705 mE e 6.875.306 mN, P6= 730.019 mE e 6.875.067 Mn.

Figura 20 – Localização dos pontos para a coleta.

Fonte: Google Earth (2012).

As amostras foram coletadas manualmente com o auxilio de uma pá reta (Figura 21) para a retirada de uma camada com espessura uniforme de 20 cm, foram recolhidos 2 kg de sedimento, acondicionados em sacos plásticos (Figura 22), devidamente etiquetados e transportados para o laboratório do Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas (IPAT) da UNESC, onde foram realizadas as análises granulométricas.

Figura 21- Auxílio de uma pá reta para a retirada do sedimento do P1.

Fonte: Da autora (2012).

Figura 22- Acondionamento das amostras em sacos plásticos.

Fonte: Da autora (2012).

3.1.4 Análise granulométrica dos sedimentos litorâneos

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Solos do IPAT. Inicialmente as amostras coletadas foram secas em uma estufa a uma temperatura média de 105ºC para a retirada de toda umidade presente na amostra. Após secas foram quarteadas para a obtenção de sub-amostras representativas. Pesou-se cerca de 80 g aproximadamente de cada amostra para a análise granulométrica (Figura 23). Após a pesagem da amostra, foi submetida à lavagem com água para a retirada completa de sais dissolvidos conforme Figura 23. Posteriormente foi feito a secagem em uma estufa com a temperatura média de 105ºC.

Figura 23 – Balança onde foi realizada a pesagem das amostras.

Fonte: Da autora.

Figura 24 – Lavagem das amostras, peneira malha 0,074mm.

Fonte: Da autora.

A fração dos sedimentos grossos da amostra (>0,074 mm) foi submetida ao peneiramento manual a fração fina (<0,074mm) considerou-se como fundo.

A classificação granulométrica empregada baseia-se na de Wentworth [1922, apud COELHO et al.,2009?]. As peneiras utilizadas possuíam malhas com aberturas que variavam entre 0,074 mm e 2,00 mm, dividindo os sedimentos em areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação granulométrica dos sedimentos, referente à escala granulométrica

Classificação	**(mm)**	**Peneiras utilizadas (Mesh)**	**Peneiras utilizadas (mm)**
Areia muito grossa	2 a 1	9	2
Areia grossa	1 a 0,5	28	0,59
Areia média	0,5 a 0,25	60	0,25
Areia fina	0,25 a 0,125	115	0,125
Areia muito fina	0,125 a 0,062	200	0,074
Silte	0,062 a 0,00394		<0,074
Argila	0,0039 a 0,0002		

Fonte: Wentworth [1922 apud COELHO et al.,2009?] adaptado pela autora.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

As propriedades granulométricas dos sedimentos coletados na praia do Porto estão sumarizadas nas Tabelas 1 a 6.

Tabela 1- Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 1.

Peneiras (mm)	Peneiras (Mesh)	Amostras (%Retido)	Amostras (%Passante)
2,0	9	0,06	99,94
0,59	28	1,19	98,75
0,25	60	4,04	94,71
0,125	115	70,61	24,10
0,074	200	23,24	0,86
Fundo		0,86	

Fonte: Da autora.

Pode-se constatar por meio dos dados apresentados na Tabela 1 que praticamente todo o material encontra-se majoritariamente na faixa 2mm a 0,074mm, e apenas 0,06% do percentual retido na abertura de 2,00mm é caracterizado como sendo areia muito grossa. Desse modo, 99,94% do material passante a abertura de 2mm esta incluso nas aberturas entre 0,59mm a 0,074mm. Apenas 0,86% foi caracterizado como sendo silte/argila, ou seja com grãos menores que 0,074mm. Sendo assim a amostra concentra-se em areia fina com percentual retido de 70,61% e areia muito fina com percentual retido de 23,24%.

Os dados granulométricos do sedimento coletado no Ponto 2 esta estruturado na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 2.

Peneiras (mm)	Peneiras (Mesh)	Amostras (%Retido)	Amostras (%Passante)
2,0	9	0,0	100
0,59	28	0,06	99,94
0,25	60	10,32	89,62
0,125	115	83,23	6,32
0,074	200	5,95	0,44
Fundo		0,44	

Fonte: Da autora.

Pode-se analisar a inexistência de areia muito grossa. A amostra está classificada nas aberturas de 0,59mm a 0,074mm, apenas 0,06% retido na peneira de malha 0,59mm foi caracterizado como sendo areia grossa, tendo como percentual de material passante 99,94%. A amostra concentra-se na faixa de 0,25mm e 0,125mm, 10,32% ficou retido na faixa de 0,25mm, caracterizado como sendo areia média, 83,23% retido na peneira de malha 0,125mm é caracterizado como sendo areia fina, 5,95% ficou caracterizado como sendo areia muito fina e apenas 0,44% como sendo como silte/argila.

Tabela 3 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 3.

Peneiras (mm)	Peneiras (Mesh)	Amostras (%Retido)	Amostras (%Passante)
2,0	9	0,0	100
0,59	28	0,0	100
0,25	60	1,25	98,75
0,125	115	88,59	10,16
0,074	200	9,47	0,69
Fundo		0,69	

Fonte: Da autora.

De acordo com os dados obtidos na Tabela 3, verifica-se que a faixa de classificação desse sedimento é de 0,25mm a 0,074mm, sendo que o percentual retido na abertura 0,25mm é de apenas 1,25% e o percentual passante é 98,75%. Pode-se perceber que a maior concentração de material encontra-se na faixa de 0,125mm, pois 88,59% dos 98,75% ficaram retido nessa abertura, tendo como percentual de material passante 10,16%, 9,47% permaneceram na abertura 0,074mm, 0,69% tiveram tamanho de grãos menores que 0,074mm, sendo classificados como silte/argila.

Tabela 4 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 4.

Peneiras (mm)	Peneiras (Mesh)	Amostras (%Retido)	Amostras (%Passante)
2,0	9	0,0	100
0,59	28	0,0	100
0,25	60	1,34	98,66
0,125	115	81,67	16,99
0,074	200	16,47	0,52
Fundo		0,52	

Fonte: Da autora.

Analisando a Tabela 4 verifica-se que todo material ficou retido entre as aberturas de 0,25mm a 0,074mm, concentrando-se 81,67% de material retido na abertura de 0,125mm e 16,47% na abertura 0,074mm, 0,52% de material passante considera-se como silte/argila. Com isso identifica-se a predominância de material com tamanho de grãos de areia fina.

Tabela 5 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 5.

Peneiras (mm)	Peneiras (Mesh)	Amostras (%Retido)	Amostras (%Passante)
2,0	9	0,0	100
0,59	28	0,10	99,90
0,25	60	8,12	91,78
0,125	115	83,12	8,66
0,074	200	8,09	0,57
Fundo		0,57	

Fonte: Da autora.

Conforme os dados representados na Tabela 5, pode-se avaliar que o material ficou retido entre as aberturas de 0,59mm a 0,074mm, ressaltando-se que 83,12% do material permaneceu retido na abertura de 0,125mm, e o percentual do material passante foi de 8,66% ficando retido 8,09% na abertura 0,074, 0,57% do material passante considera-se esse material como sendo silte/argila. Essa amostra teve predominância de tamanho de grãos de areia fina.

Tabela 6 - Dados granulométricos da amostra coletada no Ponto 6.

Peneiras (mm)	Peneiras (Mesh)	Amostras (%Retido)	Amostras (%Passante)
2,0	9	0,02	99,98
0,59	28	0,06	99,92
0,25	60	0,56	99,36
0,125	115	60,36	39,00
0,074	200	37,51	1,49
Fundo		1,49	

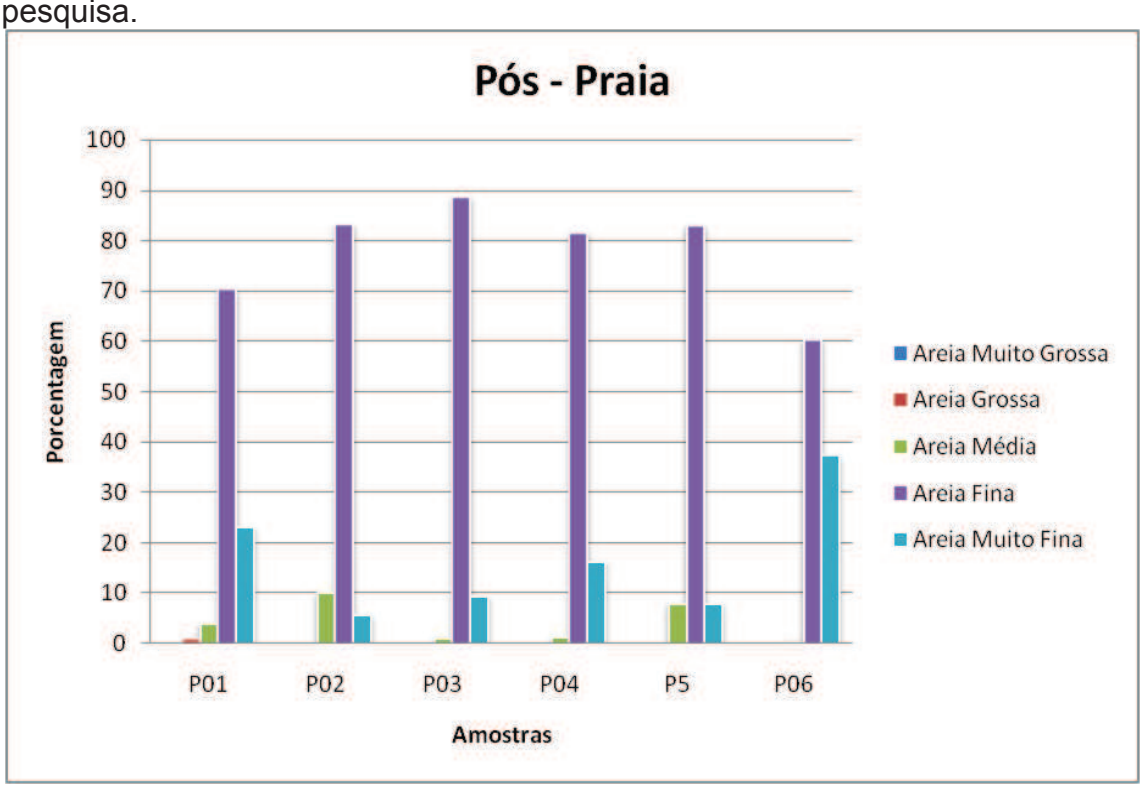
Fonte: Da autora.

Os dados apresentados na Tabela 6 indicam que o material analisado na amostra do Ponto 6 ficou retido na faixa entre 2,0mm a 0,074mm, mesmo que apenas 0,02% indicam grãos maiores que 2mm, ou seja o percentual de grãos menores que 2mm é de 99,98%, e apenas 0,56% ficou retido na abertura de 0,25mm, indicando o percentual de areia média presente na amostra. 60,36% dos 99,36% do material passante da abertura 0,25mm ficaram retidos na faixa de 0,125mm, dos 39,00% do material passante, ou seja, menor que 0,125mm é de 37,51, apenas 1,49% é considerado silte/argila. Dessa forma os dados indicam que o material predominante nessa amostra é a areia fina a areia muito fina. Visto que o Ponto 6 está próximo a área destinada ao depósito de sedimentos oriundos da dragagem de manutenção, esse aspecto sugere que o material da dragagem esteja influenciando na distribuição granulométrica dos sedimentos da praia.

Analisando as características granulométricas dos sedimentos arenosos coletados da praia do Porto, pode-se dizer que eles apresentam grãos de tamanho de areia fina. Ao analisar o gráfico ilustrado na Figura 25, verifica-se que houve um

predomínio das areias finas a areias muito finas. Em relação às areias muito grossas e grossas, estas apresentaram quantidades insignificantes.

Figura 25 – Porcentagem granulométrica da pós-praia durante a realização da pesquisa.



Fonte: Da autora.

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com a pesquisa realizada por Klein (2004 apud MENEZES, 2008) a respeito do padrão geral das praias catarinenses, no qual estas praias foram consideradas como compostas por grãos de tamanho de areia fina a muito fina.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A praia do Porto situada no município de Imbituba, Estado de Santa Catarina, possui um importante papel em termos de serviços ambientais, ecossistêmicos e econômicos para o município, visto que ela abriga um porto em fase de desenvolvimento e uma comunidade de pescadores artesanais atuantes nessa área. Este estudo teve a finalidade de conhecer a dinâmica dos processos litorâneos, e as possíveis interferências causadas pelas atividades portuárias. Por meio da análise sedimentológica pode-se identificar que a praia do Porto é composta em sua área de pós-praia por sedimentos de tamanho de areias finas, tendo um acréscimo significativo de areia muito fina no Ponto 6, ponto próximo a área de disposição dos sedimentos dragados da dragagem de manutenção do porto.

Constatou-se que a construção dos espigões em 1981 está evitando que ocorra o transporte de sedimentos em direção ao porto, por outro lado a erosão costeira está se agravando na região norte da baía e, consequêntemente há um acréscimo ao sul da baía.

Considerando os dados obtidos ao longo desse estudo bem como necessidade de sua complementação para uma maior compreensão da dinâmica dos processos litorâneos atuantes na área objeto da pesquisa sugerimos para trabalhos futuros a realização dos seguintes estudos:

i. Realização do balanço sedimentar, para que se possa identificar a entrada e saída de sedimentos, e a situação de equilíbrio de estoque de sedimento da referida praia;
ii. Descrição da caracterização dos sedimentos da antepraia e face de praia, para compreender o balanço sedimentar ocorrente na área de estudo;
iii. Realização dos perfis praiais, os quais revelam a variabilidade na elevação da praia e na mudança de volume que ocorre no perfil ao longo do tempo;
iv. Hidrodinâmica costeira da referida praia, esse estudo é de extrema importância para a compreensão das modificações ocorridas na região;

v. Modelagem Matemática, sobre a refração e difração de ondas para análises dos transportes dos sedimentos costeiros;
vi. Análise dos processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa;
vii. Recuperação ambiental no morro da Divinéia, localizado ao norte da baía, para cessar com a erosão costeira;
viii. Batimetria do fundo oceânico adjacente, na intenção de obter informações pontuais das formas de relevo que ajudariam no entendimento de alguns processos hidrodinâmicos;
ix. Caracterização sedimentológica dos sedimentos dragados, conforme a Resolução nº 344/2004.

Esses estudos a serem realizados de forma integrada permitirão subsidiar medidas de proteção ambiental e monitoramento costeiro. Contribuirão de maneira significativa na gestão ambiental costeira, considerando possíveis impactos futuros, tais como ampliação do porto e a ocupação urbana da faixa litorânea em função das atividades turísticas e residenciais, bem como a necessária inclusão de estudos que levem em consideração a presença de comunidades de pescadores artesanais. Este trabalho se insere dentro do contexto de um estudo mais amplo a ser realizado, e constituiu-se uma etapa preliminar de um diagnóstico ambiental, imprescindível para compreensão de uma das demais etapas a serem desenvolvidas com vistas a uma efetiva gestão integrada e participativa dos recursos naturais em um ambiente bastante costeiro sensível e impactado por diversas atividades antrópicas.

REFERÊNCIAS

ABAURRE, M.G.B. et al. Gestão ambiental das dragagens no Estado do Espírito Santo (ES). In: BOLDRINI, E. B.; PAULA, E. V.(Org.). **Gestão ambiental portuária:** subsídios para o licenciamento das dragagens. 1. ed. Curitiba: Ademadan, 2009. p.80-107.

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emilia. **Obras e gestão de portos e costas:** A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. 772 p.

ANTAC – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **O Porto Verde**: Modelo Ambiental Portuário. Brasília, 2012. 107 p

ARAUJO, Gustavo Henrique de Sousa; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.

ASMUS, Milton L. et al. **Gestão Costeira no Brasil: Instrumentos,fragilidades e potencialidades.** Fundação Universidade Federal do Rio Grande. RS, Brasil. Disponível em: <http://www.praia.log.furg.br/Publicacoes/2006/2006a.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2012.

BIDONE, E. D. et al. Custo Sócio-Econômico de Dragagens Portuárias. In: BOLDRINI, E. B.; PAULA, E. V.(Org.). **Gestão ambiental portuária:** subsídios para o licenciamento das dragagens. 1. ed. Curitiba: Ademadan, 2009. p. 75-87.

BRASIL. **Lei nº. 7.661 de 16 de maio de 1988.** Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm>. Acesso em: 04 de abr. 2012.

BRASIL. **Lei nº. 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 26 de mar. 2012.

BRENNER, E.M; JESUS, D.M.N. **Manual de planejamento e apresentação de trabalhos acadêmicos**: projeto de pesquisa, monografia e artigo. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. 66 p.

CASTRO JÚNIOR, E.; COUTINHO, B.H; FREITAS, L.E. Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas. In: GUERRA, A.J.T; COELHO, M.N (Org.). **Unidades de conservação:** abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 25-62.

COELHO, Victor Hugo Rabelo et al. **Erosão costeira e variação da linha de costa na Praia do Bessa – João Pessoa (PB).** [2009?]. Dísponivel em:<http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo12/043.pdf.> Acesso em: 04 de abril de 2012.

COMPANHIA DOCAS DE IMBITUBA. **Apresentação**. Imbituba: CDI, 2012. Disponível em: < http://www.cdiport.com.br/porto/porto.htm> Acesso em: 15 maio de 2012.

COMPANHIA DOCAS DE IMBITUBA. **Localização**. Imbituba: CDI, 2012. Disponível em: <http://www.cdiport.com.br/porto/local.htm> Acesso em: 07 mar. 2012.

COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Dragagem do porto de Santos.** Santos: CODESP, 2012. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/qualidade/dragagem.html> Acesso em: 09 abr. 2012.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 306, de 05 de julho 2002**. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=306>. Acesso em: 02 mar. 2012.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 344, de 25 de março 2004**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Disponível em: http:<//www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34404.xml>. Acesso em: 02 março 2012.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

CRUZ, J.Q; FERREIRA, S.R.M; PAIVA, S.C. Erosão do solo: estudo de caso em linha de transmissão de energia elétrica. In: MESSIAS, A.S; COSTA, M.R.N.(Org). **Gestão integrada de ambientes costeiros e impactos ambientais.** Recife: Unicamp, 2009. p. 263-272. (Encontro das Águas, n° 5).

GOES FILHO, Hildebrando de Araujo. **Dragagem e gestão dos sedimentos.** 2004. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Pós-Graduação em Ciências de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=275&Itemid=84&mosmsg=You+are+trying+to+access+from+a+non-authorized+domain.+%28www.google.com.br%29>. Acesso em: 09 abr. 2012.

GROCH, Karina R. et al. **Monitoramento das baleias francas durante as obras de ampliação do Porto de Imbituba** (SC) – conciliando desenvolvimento e conservação**. Resumos...** 8º Congresso da Sociedade Latinoamericana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos (SOLAMAC), 2010. Disponível em: <http://www.baleiafranca.org.br/oprojeto/publicacoes/Groch_etal2010-14RT-Porto-3086.PDF>. Acesso em: 16 abr. 2012.

GROCH, Karina R.; PALAZZO JUNIOR, José Truda. **Áreas restritas como ferramenta de ordenamento do turismo de observação de baleias na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, SC. Anais... V Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 17 a 21 de junho de 2007, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. 10p.** Disponível em: <http://www.baleiafranca.org.br/oprojeto/publicacoes/Groch&Palazzo2007%20-%20CBUC_AreasRestritasAPABFranca.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2012.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Planos de manejo**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/planos-de-manejo.html>.Acesso em: 27 de mar. 2012.

KLEIN, A.H.F. 2004. **Morphodynamics of Headland Bay Beaches**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade do Algarve, Faro, Portugal. 450p. Disponível em: <www.oceanica.ufrj.br/costeira/eventos/.../Klein_apresentacao.pdf>. Acesso em 12 de jun 2012.

LAUSMAN, Robert. **Uncertainty in the application of bay shape equations**: A study on the quantification of the uncertainty in the application of the Parabolic Bay Shape Equation using existing bays. Delft University of Technology: Delft, 2006. Disponível em: <http://repository.tudelft.nl/file/543230/372514> Acesso em: 04 abr. 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

MARRONI, E. V; ASMUS, M.L. **Gerenciamento Costeiro: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental.** Pelotas, RS: USEB, 2005, 149p.

MENEZES, João Thadeu. **Balanço de sedimentos arenosos da enseada de Balneário Camboriú-SC.** 2008. 167 f. Tese (Doutorado) – Universidade do Vale do Itajaí. Curso de Programa de Pós-Graduanção em Geociências. Departamento de IGEO. Balneário Camboriú. 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15278/000677122.pdf?sequence=1>. Acesso em: 04 abr. 2012.

MORSELLO, Carla. **Áreas protegidas públicas e privadas :** seleção e manejo. São Paulo: Annablume, 2001. 343 p.

MOSSINI, Euzébio. **Gestão ambiental portuária:** Estudo de Conflito Sócio-Ambiental. 2005. 48-53 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios) - Universidade Católica de Santos, São Paulo.

MPB ENGENHARIA. **Estudo ambiental simplificado** – EAS para atendimento do processo de Licenciamento Ambiental da CDI, relativa à atividade de dragagem de aprofundamento e manutenção da área dos berços de atracação, da bacia de evolução e canal de acesso do Porto de Imbituba. Florianópolis: [s.n.], 2009.

NUNES, Lidiane de Souza. **Dinâmica costeira entre as praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN**. 2011. 131 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humana, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Natal, 2011. Disponível em: <http://bdtd.bczm.ufrn.br/tedesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4292>. Acesso em: 25 de mai 2012.

OLIVEIRA, Leonardo Azevedo Klumb. **Alterações morfológicas da praia do Morro, Guarapari – ES em uma escala de décadas.** 2011. 69 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Vitória, 2011. Disponível em: <http: //www.bdtd.ufes.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1221>. Acesso em: 25 de mai 2012.

PATCHINEELAM, Soraia M; SOARES, Carlos Alberto; CALLIARI, Lauro Julio. Assoreamento, Aterros e Dragagens. In: NETO, José Antonio Baptista; PONZI, Vera Regina Abelin; SICHEL, Susanna Eleonora (Org.). **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 335-349.

PEDROSA, F.J.A. A erosão costeira em Olinda/PE: exemplo de impacto ambiental impulsionado por aterros de manguesais. In: MESSIAS, A.S; COSTA, M.R.N.(Org). **Gestão integrada de ambientes costeiros e impactos ambientais.** Recife: Unicamp, 2009. p. 213-222. (Encontro das Águas, n° 5).

PORTO, M. M; TEIXEIRA, S. G. **Portos e meio ambiente.** São Paulo: Aduaneiras, 2002. 230 p.

REVISTA PORTUÁRIA: Porto de Imbituba e Baleias Francas: retomadas as atividades de monitoramento. Itajaí: Bittencourt, 17 jul. 2010. Disponível em: <http://www.revistaportuaria.com.br/site/?home=noticias&n=CdSmC>. Acesso em: 16 abr. 2012.

SANT'ANNA NETO, J.L; NERY, J.T. Variabilidade e Mudanças Climáticas no Brasil e seus Impactos Regionais. In: SOUZA, C.R.G; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A.M.S; OLIVEIRA, P.E.(Org.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 27-51.

SANTOS, Saint-Clair Honorato. **Direito ambiental:** unidades de conservação, limitações administrativas.Curitiba, PR: Juruá, 2000. 123 p.

SILVA, Juarez Moraes et al. Portos – Indutores de Desenvolvimento Econômico, com Responsabilidade Sócio-Ambiental. In: BOLDRINI, Eliane Beê; SOARES, Carlos Roberto; PAULA, Eduardo Vedor (Org.). **Dragagens portuárias no Brasil:** Licenciamento e Monitoramento Ambiental. Antonina: SEMA/PR, ADEMADAN e UNIBEM, 2007. p. 32-37.

SILVEIRA, L.F; KLEIN, A.H.F; TESSLER, M. G. Classificação Morfodinâmica das praias do estado de Santa Catarina e do litoral norte do estado de São Paulo utilizando sensoriamento remoto. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, 2011, 15(2):13-28. Disponível em: <www6.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/2096/2088>. Acesso em: 12 jun. 2012.

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F.; TESSLER, M. G. Classificação morfodinâmica das praias do estado de Santa Catarina e do litoral norte do estado de São Paulo utilizando sensoriamento remoto. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 15, n. 2, p, 13-28, 2011.

SOUZA, C.R.G; SOUZA FILHO, P.W.M; ESTEVES, L.S; VITAL, H; DILLENBURG, S.R; PATCHINEELAM; ADDAD, J.E. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: SOUZA, C.R.G; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A.M.S; OLIVEIRA, P.E.(Org.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 130-152.

TORRES, R. J. **Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS.** 2000. 71-72 p. Tese (Mestrado) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Mestrado em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande.

VITALLI, Patrícia De Luca; ZAKIA, Maria José Brito; DURIGAGAN, Giselda. **Considerações sobre a legislação correlata á zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.XII, n.1, p.67-82, jan-jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n1/v12n1a06.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2012.

VOIVODIC, Ricardo. **Gestão ambiental e gerenciamento costeiro integrado.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. 181 f.Disponível em: <www.ppgg.igeo.ufrj.br/index.php?option=com_docman...42>. Acesso em: 03 abr. 2012.

WASSEMAN, Julio Cesar; WASSEMAN, Maria Angélica. Comportamento de Metais em Sedimentos. In: NETO, José Antônio Baptista; WALLNER-KERSANACH, Mônica; PATCHINEELAM, Soraya Maia (Org.). **Poluição marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. p. 197-236.

ANEXO(S)

ANEXO A – LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO - LAO N°146/2009 - RENOVAÇÃO

FATMA

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA
COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE TUBARÃO – CODAM-TRO
OF Nº 1.819/2009 - CODAM-TRO

Tubarão, 10 de agosto de 2009

Ref. Proc.: DIV- 017/CODAM- TRO

Prezados Senhores,

Encaminhamos em anexo, à Vossas Senhorias a **Licença Ambiental de Operação-LAO Nº146/2009,** concedida à essa empresa pela FATMA, referente a atividade de Dragagem de manutenção/aprofundamento dos Berços de atracação, da Bacia de evolução e do Canal de acesso ao Porto de Imbituba, junto a Área Portuária, no município de Imbituba, neste Estado.

Comunicamos que a validade desta Licença depende do cumprimento das condições e restrições contidas no verso e anverso da mesma.

Atenciosamente,

Rui Bonelli Bittencourt
Analista Técnico em Gestão Ambiental

A
CIA DOCAS DE IMBITUBA-CDI
Administração do Porto de Imbituba.
Avenida Getúlio Vargas, Nº 100 – Caixa Postal 1 – Área Portuária
88.780-000 – Imbituba- SC.

CODAM-TRO/CGO/cgo

Rua Padre Bernardo Freuser, 227 – CEP 88 701-120 - Tubarão - SC
Fone Fax: (048) 622-5910 (048) 622 - 4634

ESTADO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável
Fundação do Meio Ambiente

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO

FATMA

ESTADO DE SANTA CATARINA
COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE TUBARÃO- CODAM-TRO

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO - LAO Nº 146/2009-renovação

A Fundação do Meio Ambiente - FATMA, no uso de suas atribuições que lhe são conferidas pelo inciso I do artigo 7º e inciso III, da Lei Estadual Nº 14.675, de 13 de abril de 2009 e com base no Parecer Técnico Nº37 , concede a presente Licença Ambiental de Operação a:

FATMA
021395
Selo de Autenticidade

Razão Social: Cia Docas de Imbituba-CDI	
Endereço: Avenida Getúlio Vargas, nº 100 – Caixa Postal-1	
Município: Imbituba- S.C.	**CEP- 88.780-000**
CNPJ/CPF: 84.208.123/0001-02.	

Para Atividade de

Dragagem de manutenção da área dos berços de atracação, da Bacia de Evolução e do Canal de Acesso do Porto
CÓD (33.20.00) P.P.-M Porte:G

Localizada em

Avenida Getúlio Vargas, 100- Área Portuária
Município de Imbituba – SC

Com as Seguintes Restrições

- As contidas na Legislação Ambiental em vigor;

- Esta Licença não autoriza o corte eventual ou supressão de vegetação nativa da Mata Atlântica arbustiva/arbórea e mesmo de exóticas, quando inseridas em Área de Preservação Permanente-APP;

- Esta Licença é passível de cancelamento, caso a Empresa não atenda as legítimas exigências desta Fundação;

Esta LAO é válida pelo período de 48(quarenta e oito) meses a contar da presente data, conforme Processo de Licenciamento *FATMA Nº DIV-017/CODAM-TRO* observadas as condições deste documento, (verso e anverso), bem como de seus anexos que, embora não transcritos, são parte integrante do mesmo.

Local e Data:	**Gerente de Desenvolvimento Ambiental**
Tubarão, 10 de agosto de 2009.	Murilo Xavier Flores Presidente da FATMA

ADP-01746

Documentos Anexos

-Cópia da planta de localização das áreas de bota-foras e do Cronograma de execução dos trabalhos e controles ambientais;
- Planta do Projeto geométrico de dragagem e aprofundamento do canal de acesso, bacia de evolução e berços de atracação, considerando a projeção plana das Coordenadas UTM- Datum Horizontal "WGS".

Condições de Validade desta Licença Ambiental de Operação – LO

1 – ATIVIDADE: Operação de dragagem de manutenção dos berços de atracação nº 1, 2, 3 e 4, da bacia de evolução e do canal de acesso/aproximação do Porto de Imbituba/Cia Docas de Imbituba, em Imbituba-SC. A dragagem será executada no interior do estuário do Porto de Imbituba, ou seja, parte na área interna da baía formada pelo molhe de proteção e a Praia do Porto/Berços de Atracação e parte na área externa/Canal de acesso.

1.1- Características do empreendimento:

- Área portuária total: 1.550.000 m²;
- Área útil total do porto organizado: 714.000 m²- 71,40 ha;
- Área total retroporto/terminais armazenagem, outros: 468.767 m²(A1 a A16), conforme planta zoneamento/lay out portuário;
- Profundidade a ser atingida nas áreas:- Berço de Atracação 1 e 2 - 13,00 m D.H.N.;
  - Berço de Atracação 3 - 13,00 m D.H.N.;
  - Bacia de Evolução - 13,00 m D.H.N.;
  - Canal de acesso – 13,00 D.H.N.
- Dimensões das áreas envolvidas:- Berço de atracação: extensão atual de 577 m de compr.;
  - Bacia de evolução:extensão de 360 m/ diâmetro de 550 m;
  - Canal de acesso: compr. total de 3.750 m/ largura de 200 m;
- Volume total área degradada – Berço de atracação/bacia de evolução/canal de acesso: 850.069,88 m³;
- Coordenadas UTM relativo ao DATUM WGS 84 da Poligonal da área de dragagem:
  - Pontos/Coordenadas do Eixo:E-01- 6874968,02 N / 730343,38 E
    E-02- 6875798,75 N / 730075,75 E
    E-03- 6876172,16 N / 730176,88 E
    E-04- 6876662,41 N / 730460,81 E
    E-05- 6878635,26 N / 732433,67 E
  - Pontos/Coordenadas da Margem Direita:MD-01- 6875023,60 N / 730215,91 E
    MD-02- 6875608,12 N / 730329,30 E
    MD-03- 6876076,66 N / 730322,60 E
    MD-04- 6876591,70 N / 730531,52 E
    MD-05- 6878585,88 N / 732525,70 E
  - Pontos/Coordenadas da Margem Esquerda:ME-01- 6874947,86 N / 730280,81 E
    ME-02- 6875172,36 N / 730205,20 E
    ME-03- 6875790,49 N / 729781,36 E
    ME-04- 6876492,07 N / 730186,40 E
    ME-05- 6876790,78 N / 730429,28 E
    ME-06- 6876945,25 N / 730602,23 E
    ME-07- 6878625,50 N / 732282,48 E
- Material tipo: Areia fina, Areia grossa e lodo.
- Equipamento utilizado: Draga cortadora de sucção e recalque, equipada com 1500 m de linha de recalque(tubulação) e/ou dragas autotransportadoras do tipo hopper;
- Áreas de bota fora/área/coordenadas:

1- bacia de contenção/expansão portuária, localizado na zona de expansão portuária com um total de 168.000 m² de área: -Pontos/Coordenadas: 0- 6874838,35 N / 729637,70 E
1- 6875336,80 N / 729249,99 E
2- 6875527,51 N / 729193,87 E
3- 6875562,71 N / 729264,34 E
4- 6875324,97 N / 729419,70 E
5- 6875261,73 N / 729529,39 E
6- 6875213,33 N / 729615,24 E
7- 6875495,81 N / 729989,91 E;

2- mar/oceânica, localizadas na área externa do molhes de proteção com um total de 540.000 m²:
- área A- 90.000 m²- Pontos/Coordenadas:0- 6876608,91 N / 731297,69 E
1- 6876608,91 N / 731597,69 E

2-4

Quim. Ind. Cesar Goularte
CRQ - 13ª REGIÃO Nº 132.000/92
HABILITA TÉCNICO EM GESTÃO AMBIENTAL
MATRÍCULA - 235.938-8

2- 6876308,91 N / 731597,69 E
3- 6876308,91 N / 731597,69 E

- área B- 90.000 m² - Pontos/Coordenadas:0- 6876655,84 N / 731297,69 E
1- 6876255,84 N / 731597,69 E
2- 6875955,84 N / 731597,69 E
3- 6875955,84 N / 731297,69 E

- área B1-90.000 m²- Pontos/Coordenadas:0- 6876542,56 N / 731849,21 E
1- 6876542,56 N / 731149,21 E
2- 6876242,56 N / 731149,21 E
3- 6876242,56 N / 731849,21 E

- área B2-90.000 m²- Pontos/Coordenadas:0- 6877105,84 N / 732237,67 E
1- 6877105,84 N / 732537,67 E
2- 6876805,84 N / 732537,67 E
3- 6876805,84 N / 732237,67 E

- área C- 90.000 m² - Pontos/Coordenadas:0- 6875609,13 N / 732066,14 E
1- 6875609,13 N / 733136,76 E
2- 6875309,13 N / 733136,76 E
3- 6875309,13 N / 732066,14 E

- área C1-90.000 m²- Pontos/Coordenadas:0- 6877105,84 N / 732837,67 E
1- 6877105,84 N / 733137,67 E
2- 6876805,84 N / 733137,67 E
3- 6876805,84 N / 732837,67 E

3- retro-área, localizada entre o molhe de proteção e o cais de atracação 2/ampliação, com um total de 83.400 m² de área: - Pontos/Coordenadas: 0- 6875625,69 N / 730367,89 E(final Berço 2 atual)
1- 6875683,21 N / 730558,16 E
2- 6875323,21 N / 730682,92 E
3- 6875265,40 N / 730500,57 E

2 – CONTROLES AMBIENTAIS:

2.1-Resíduos Sólidos:- dragagem: disposição em bacia de contenção, com área de 168.000m²(área de bota fora 1), disposição no mar/Oceânica, em áreas A, B, B1, B2, C e C1 com 540.000 m²(área de bota fora 2) e a disposição na Retro-área com 83.400 m²(área de bota-fora 3), observadas as coordenadas de Projeção UTM, em relação ao DATUM WGS 84, de conformidade com o Relatório INPH-18/85 e Projeto básico/geométrico da dragagem de aprofundamento do canal de acesso, bacia de evolução e berços de atracação;

- **domésticos**: coletados pelo serviço de coleta de lixo municipal, com disposição final em aterro sanitário controlado, devidamente licenciado e/ou cedida a empresa terceirizada, devidamente licenciada;
- **Utilidades/serviços**:coletados armazenados adequadamente e disposição final em aterro industrial controlado, devidamente licenciado, para posterior disposição final em aterro sanitário e/ou industrial controlados e devidamente licenciados, conforme estabelecido no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos-PGRS do Porto Organizado.

3 - PROGRAMAS AMBIENTAIS

3.1- De Gestão Ambiental;
3.2- De sondagem e disposição dos sedimentos/bota-foras;
3.3- De Controle Ambiental dos serviços de dragagem;
3.4- De Controle Ambiental da qualidade das águas;
3.5- De Controle Ambiental da qualidade do ar;
3.6- De Controle Ambiental dos resíduos sólidos;
3.7- De Controle dos Ruídos;
3.8- De Riscos Ambientais
3.9- De Comunicação Social do empreendimento;
3.10- De Educação Ambiental.

4 - MONITORAMENTO AMBIENTAL:

4.1- Da qualidade das águas superficiais, das águas subterrâneas e das águas oceânicas, na freqüência e parâmetros estabelecidos no PCA;

Quím. Indl. Cesar Goulart

4.2- Biológico por Bioindicadores das águas oceânicas, na freqüência e parâmetros estabelecidos no PCA;
4.3- Da qualidade do ar, na freqüência e parâmetros estabelecidos no PCA;
4.4- Dos ruídos, na freqüência e parâmetros estabelecidos no PCA;
4.5- Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, estabelecidos no PCA.

5. CONDIÇÕES GERAIS:

5.1- Da Preservação e do controle:

- Garantir a preservação das áreas definidas por Lei como de Preservação Permanente, existentes na área do empreendimento e adjacências;
- Efluentes líquidos/águas drenadas da área portuária/retroportuaria/bacia de contenção(a.1) só poderão ser descartados se atenderem aos padrões de emissão estabelecidos pela Legislação Ambiental Estadual vigente;
- Promover a disposição controlada e em área adequada do resíduos sólidos gerados , de acordo com o Plano de Gerenciamento de resíduos – PGRS/PCA apresentados;
- Garantir os níveis e limites dos padrões de qualidade do ar para partículas em suspensão, estabelecidas pela Leg. Ambiental Vigente;
- Promover a manutenção e limpeza dos sistemas/valas de drenagens pluviais/superficiais e profundas implantados na área portuária e retroportuaria;
- Garantir a operação permanente e adequada do sistema de umedecimento das vias de tráfego das áreas de armazenagens /terminais.
- Garantir a manutenção da estabilidade dos diques/ taludes da bacia de contenção, projetada como área de bota fora(a.1);
- Manter dispositivos de segurança contra acidentes danosos a saúde Pública e ao meio ambiente, principalmente óleos e graxas (utilizados na draga);
- Garantir a sinalização da área dragada e das áreas de despejo/bota fora utilizando sinalizadores adequados, para cada situação/área, seguindo inclusive as Normas e Regulamentos para Sinalização Náutica.

5.2- Do Sistema de Gestão Ambiental-SGA:

- Garantir a implantação e execução do Sistema de Gestão Ambiental-SGA na Unidade Portuária/Porto Organizado, como forma de promover constantemente a melhoria da Qualidade Ambiental, seja na gestão dos sistemas de controles ambientais e dos monitoramentos ambientais, seja na gestão da unidade produtiva.

6 – CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:

6.1- Cumprimento ao cronograma de execução física apresentado;
6.2- Deverão ser obedecidos os limites de cota do aterro e distância da área de marinha, conforme determinado em Lei;
6.3- A Empresa deverá requerer a renovação dessa LAO, 120 (cento e vinte) dias antes de expirar seu prazo de validade.
6.4- Realizar a implantação dos pontos de coleta e poços de monitoramento e da rede piezométrica, para monitoramento da qualidade das águas freáticas/subterrâneas/superficiais/oceânicas/efluentes líquidos, conforme estabelecido no Programa de Monitoramento Ambiental apresentado/PCA;
6.5- Dar continuidade ao Programa de Auto Monitoramento da qualidade das águas superficiais, das águas freáticas/subterrâneas, das águas Oceânicas e dos efluentes líquidos gerados(águas de pátio/drenadas/ETE) e biológica/bioindicadores,nos parâmetros e freqüências estabelecidos, **de conformidade com o Plano de Monitoramento apresentado/PCA, com o envio dos respectivos relatórios à FATMA.**

Engenheiro Indio César Goularte

Observações Gerais

I- A presente Licença não dispensa nem substitui alvarás ou certidões de qualquer natureza, exigidas pela Legislação Ambiental Federal, Estadual ou Municipal.
II- Qualquer alteração nas especificações dos elementos apresentados deverá ser precedida de anuência da FATMA;
III- A FATMA mediante decisão motivada poderá modificar as condicionantes, medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar a presente licença, caso ocorra:

- Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes, exigências ou normas legais;
- Omissão ou falsa descrição de informações que subsidiaram a expedição da presente licença;
- Superveniência de graves riscos ambientais e/ou de saúde pública.