

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ - UNIVALI
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA TERRA E
DO MAR - CTTMar
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL
PROGRAMA DE MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

SISTEMA DE INFORMAÇÃO APLICADO À WEB
PARA AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE E GERENCIAMENTO
DOS SISTEMAS DE DUNAS COSTEIRAS

ANDRÉA ORTHMANN SILVA

Itajaí, SC, maio de 2005.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ - UNIVALI
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA TERRA E
DO MAR - CTTMar
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL
PROGRAMA DE MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

SISTEMA DE INFORMAÇÃO APLICADO À WEB
PARA AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE E GERENCIAMENTO
DOS SISTEMAS DE DUNAS COSTEIRAS

ANDRÉA ORTHMANN SILVA

Dissertação submetida à Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Anita Maria da Rocha Fernandes

Itajaí, SC, maio de 2005.

“Sistema de Informação Aplicado à Web Para Avaliação da
Vulnerabilidade e Gerenciamento dos Sistemas de Dunas Costeiras”

ANDRÉA ORTHMANN SILVA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Área de Concentração em Tecnologia e Gestão Ambiental, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí.

Prof. Paulo Ricardo Schwingel, Doutor
Coordenador do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental

E foi apresentada perante a Banca Examinadora composta pelos Professores:

Prof^a. Anita Maria da Rocha Fernandes, Dr^a. (UNIVALI)
Presidente/Orientadora

Prof^a. Lia Caetano Bastos, Dr^a. (UFSC)
Convidado Externo

Prof. Antônio Carlos Beaumord, Ph.D. (UNIVALI)
Convidado

Prof. Gilberto Grandi, Dr. (UNIVALI)
Convidado

Itajaí (SC), 18 de maio de 2005.

Dedico este trabalho, em especial, aos meus pais, João Luiz e Marlene, e ao meu namorado, Neto, pelo incentivo constante durante a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João Luiz e Marlene, pela dedicação, apoio e carinho em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Marcus e Josiele, pela descontração nas horas cansativas.

Ao meu namorado, Neto, por estar sempre presente ao meu lado e ser meu grande incentivador, fazendo com que eu me supere cada vez mais.

À minha orientadora, Anita, pelo auxílio e orientação na execução deste trabalho.

Ao meu co-orientador, Fernando Luiz Diehl, e ao Fabricio Gabriel Mora, essenciais para a conclusão do mesmo.

Aos meus amigos, Fernando e Mathias, pelo auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos aqueles que não citei aqui, mas que me ajudaram nesta caminhada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE ABREVIACÕES	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 SISTEMAS DE DUNAS COSTEIRAS	14
2.1.1 Flora e Fauna	15
2.1.2 Função das Dunas	15
2.1.3 Conservação das Dunas	17
2.1.4 Modelo de Vulnerabilidade dos Campos de Dunas.....	18
2.1.4.1 Cálculo da Estabilidade do Sistema de Dunas	22
2.1.4.2 Representação do Modelo de Vulnerabilidade	23
2.2 GESTÃO AMBIENTAL	28
2.3 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL	30
2.3.1 Exemplos de Sistema de Gestão Ambiental.....	32
2.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO	34
2.5 INTERNET	37
2.6 ERGONOMIA DE SISTEMAS	38
2.7 FERRAMENTA PHP	40
2.8 BANCO DE DADOS ORACLE.....	41
2.9 UNIFIED MODELING LANGUAGE	42
2.10 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO.....	44
3 MATERIAIS E MÉTODOS	47
3.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS	47
3.2 LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS.....	50
3.3 MODELAGEM DOS DADOS.....	50
3.3.1 Modelagem do Sistema.....	50
3.3.2 Modelagem do Banco de Dados.....	61
3.4 TESTES E VALIDAÇÃO.....	69
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.1 CADASTROS	73
4.2 CONSULTAS.....	75
4.3 RESULTADOS.....	77
4.4 AJUDA	78
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	80

RECOMENDAÇÕES	81
REFERÊNCIAS	82
ANEXOS	88
ANEXO I – PARÂMETROS DAS CATEGORIAS.....	88
ANEXO II – ARTIGOS PUBLICADOS	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Praia Grande – sistema de dunas em equilíbrio.	25
Figura 2. Praia Grande, gráfico <i>columnar</i>	25
Figura 3. Praia Grande, gráfico em U.	25
Figura 4. Praia da Joaquina - sistema de dunas em desequilíbrio positivo.	26
Figura 5. Praia da Joaquina, gráfico <i>columnar</i>	26
Figura 6. Praia da Joaquina, gráfico em U.	26
Figura 7. Praia de Barra Velha - sistema de dunas em desequilíbrio negativo.	27
Figura 8. Praia de Barra Velha, gráfico <i>columnar</i>	27
Figura 9. Praia de Barra Velha, gráfico em U.	27
Figura 10. Gestão Ambiental como um processo.	29
Figura 11. Ciclo do PDCA.	31
Figura 12. Atividades dos Sistemas de Informação.	35
Figura 13. Classificação dos Sistemas de Informação.	36
Figura 14. Diagrama de Caso de Uso.	43
Figura 15. Representação gráfica do modelo ER.	46
Figura 16. Esquema dos módulos implementados no sistema.	49
Figura 17. Diagrama de Casos de Uso do Projeto.	51
Figura 18. Diagrama de Casos de Uso - administrador.	52
Figura 19. Diagrama de Casos de Uso - usuário.	53
Figura 20. Diagrama de Casos de Uso - visitante.	53
Figura 21. Modelo Lógico do Banco de Dados.	62
Figura 22. Modelo Físico do Banco de Dados.	63
Figura 23. Tela Inicial do Sistema.	72
Figura 24. Mapa de Navegação.	73
Figura 25. Tela de Cadastro de Praia.	74
Figura 26. Tela de Cadastro de Segmento.	74
Figura 27. Tela de Cadastro da Categoria A.	75
Figura 28. Tela de Consulta de Praias.	76
Figura 29. Tela de Consulta de Praia Detalhada.	76
Figura 30. Tela de Resultados - tabela de pontuações e índices.	77
Figura 31. Tela de Resultados com mais de uma saída de campo - gráficos.	78
Figura 32. Tela da Análise da Evolução Temporal.	78
Figura 33. Tela de Ajuda.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelo de Vulnerabilidade em forma de tabela.	24
Tabela 2. Objetivo do Ciclo PDCA.	31
Tabela 3. Caso de Uso: Acessar o Sistema.....	54
Tabela 4. Caso de Uso: Alterar Dados Pessoais.	54
Tabela 5. Caso de Uso: Consultar Aporte Fluvial.	54
Tabela 6. Caso de Uso: Consultar Banco Arenoso.	54
Tabela 7. Caso de Uso: Consultar Clima.	54
Tabela 8. Caso de Uso: Consultar Estado.	55
Tabela 9. Caso de Uso: Consultar Levantamento de Campo.	55
Tabela 10. Caso de Uso: Consultar Município.	55
Tabela 11. Caso de Uso: Consultar Oceano ou Mar.	55
Tabela 12. Caso de Uso: Consultar Ondulação.	56
Tabela 13. Caso de Uso: Consultar País.....	56
Tabela 14. Caso de Uso: Consultar Praia.	56
Tabela 15. Caso de Uso: Consultar Segmento.....	56
Tabela 16. Caso de Uso: Consultar Tipo de Onda.....	57
Tabela 17. Caso de Uso: Consultar Tipo de Praia.	57
Tabela 18. Caso de Uso: Consultar Usuário.....	57
Tabela 19. Caso de Uso: Consultar Vegetação.....	57
Tabela 20. Caso de Uso: Consultar Vento.....	58
Tabela 21. Caso de Uso: Emitir Índice IV/MP.....	58
Tabela 22. Caso de Uso: Fazer Análise Temporal.....	58
Tabela 23. Caso de Uso: Manter Aporte Fluvial.	58
Tabela 24. Caso de Uso: Manter Banco Arenoso.....	58
Tabela 25. Caso de Uso: Manter Clima.	59
Tabela 26. Caso de Uso: Manter Estado.	59
Tabela 27. Caso de Uso: Manter Levantamento de Campo.	59
Tabela 28. Caso de Uso: Manter Município.....	59
Tabela 29. Caso de Uso: Manter Oceano ou Mar.....	59
Tabela 30. Caso de Uso: Manter Onda.	59
Tabela 31. Caso de Uso: Manter Ondulação.	60
Tabela 32. Caso de Uso: Manter País.	60
Tabela 33. Caso de Uso: Manter Praia.....	60
Tabela 34. Caso de Uso: Manter Segmento.	60
Tabela 35. Caso de Uso: Manter Tipo de Praia.....	60
Tabela 36. Caso de Uso: Manter Usuário.....	61
Tabela 37. Caso de Uso: Manter Vegetação.....	61
Tabela 38. Caso de Uso: Manter Vento.	61
Tabela 39. Caso de Uso: Recuperar Senha.....	61
Tabela 40. Caso de Uso: Solicitar Cadastro.	61
Tabela 41. Descrição das Tabelas de Dados utilizadas no Sistema.....	64

Tabela 42. Dicionário de Dados da Tabela Aporte.....	64
Tabela 43. Dicionário de Dados da Tabela Banco.....	64
Tabela 44. Dicionário de Dados da Tabela Clima.	64
Tabela 45. Dicionário de Dados da Tabela Estado.	65
Tabela 46. Dicionário de Dados da Tabela LevCampo.	65
Tabela 47. Dicionário de Dados da Tabela Municipio.....	67
Tabela 48. Dicionário de Dados da Tabela Oceano.....	67
Tabela 49. Dicionário de Dados da Tabela Onda.	67
Tabela 50. Dicionário de Dados da Tabela Ondulacao.....	67
Tabela 51. Dicionário de Dados da Tabela Pais.	67
Tabela 52. Dicionário de Dados da Tabela Praia.....	67
Tabela 53. Dicionário de Dados da Tabela Segmento.	68
Tabela 54. Dicionário de Dados da Tabela TipoPraia.	68
Tabela 55. Dicionário de Dados da Tabela Usuario.	69
Tabela 56. Dicionário de Dados da Tabela Vegetacao.	69
Tabela 57. Dicionário de Dados da Tabela Vento.....	69

LISTA DE ABREVIações

CASE	Computer Aided Software Engineering
ER	Entidade-Relacionamento
HTML	HyperText Markup Language
IHC	Interação Humano – Computador
IV	Índice de Vulnerabilidade
MP	Índice de Medida de Proteção
OMT	Object Modeling Language
ONG	Organização Não Governamental
OOSE	Object-Oriented Software Engineering
PDCA	Plan, Do, Check and Act (Planejar, Executar, Verificar e Agir)
PHP	Pré-processador de Hipertexto PHP
PNGC	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SIG	Sistema de Informação Gerencial
SQL	Structure Query Language
SSD	Sistema de Suporte a Decisão
SSE	Sistema de Suporte a Executivo
UML	Unified Modeling Language
WWW	World Wide Web

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de informação aplicado à *web* para auxiliar no processo de avaliação da vulnerabilidade e suscetibilidade dos sistemas de dunas costeiras, bem como de seu gerenciamento. Este sistema foi construído a partir das ferramentas PHP e Oracle, sendo composto por um banco de dados e um sistema de informação. O banco de dados armazena dados referentes à praia e aos parâmetros de cinco categorias: localização e morfologia das dunas, condições da praia, características dos 200 metros adjacentes ao mar, pressão de uso e medidas recentes de proteção. O sistema de informação apresenta os resultados obtidos permitindo verificar a estabilidade do sistema de dunas através de uma tabela e dois gráficos (*columnar* e em “U”), com base nos dados armazenados. Além disso, permite realizar uma análise comparativa entre praias (utilizando os dois gráficos citados acima) ou uma análise de evolução temporal (utilizando um gráfico de linhas).

Palavras-chave: Sistema de Informação, Sistema de Dunas Costeiras, Vulnerabilidade de Dunas.

ABSTRACT

This paper presents the development of an information system applied to web to assist in the process of evaluation of the vulnerability and susceptibility of the coastal dune systems, as well as of its management. This system was construct from tools PHP and Oracle, being composed for a database and an information system. The database store data referring to the beach and to the parameters of five categories: location and dune morphology, beach conditions, features of 200 meters contiguous to the sea, pressure of use and recent protection measures. The information system presents the results obtained allowing to verify the system stability through a table and two graphs (columnar and in “U”), based on stored data. Moreover, it allows to realize a comparative analysis among beaches (using the two graphs cited above) or a temporal evolution analysis (using a graph of lines).

Key-words: Information System, Coastal Dune System, Dunes Vulnerability.

1 INTRODUÇÃO

As regiões litorâneas apresentam significantes atrativos sociais, econômicos, climáticos e paisagísticos, portanto estão sendo intensamente ocupadas. Os usos e conflitos verificados nestas regiões são múltiplos, potencializando a degradação ambiental destas sensíveis áreas do planeta.

O processo de ocupação da zona costeira e sua conseqüente degradação ambiental precisam ser “desacelerados”, portanto, é fundamental a adoção de estratégias com o intuito de gerenciar estas importantes áreas do planeta. O Ministério do Meio Ambiente, através do Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial, vem tentando definir estratégias para estabelecer um plano de gerenciamento da orla marítima brasileira, denominado Projeto Orla. Este projeto tem por objetivo “promover a gestão integrada da orla marítima, visando a sustentabilidade de sua ocupação e do uso de seus recursos ambientais, considerando a articulação entre os setores ao nível de governo e destes com a sociedade” (BRASIL, 1999).

Os importantes ecossistemas encontrados nas regiões litorâneas podem ser preservados através de várias medidas, mas as formas de se avaliar os níveis de comprometimento ambiental destes ecossistemas costeiros são quase inexistentes. Bodéré *et al.* (1991) e Williams *et al.* (1993) definiram uma metodologia de avaliação dos níveis de vulnerabilidade dos campos de dunas para as praias do noroeste europeu, mais especificamente Reino Unido e França. Este modelo foi testado em onze sistemas de dunas da Espanha e Portugal, apresentando resultados positivos. Os autores relatam que parâmetros adicionais podem ser requeridos e parâmetros inapropriados podem ser descartados para que o modelo se torne mais bem aplicado a estes sistemas de dunas avaliados (ALVEIRINHO DIAS *et al.*, 1994).

Pesquisadores do Centro de Investigação de Ambientes Costeiros e Marinheiros (CIACOMAR) da Universidade do Algarve em Portugal desenvolveram um projeto intitulado DUNES (*Integrated Management Methods Monitoring Environmental Change in Coastal Dune Ecosystems*) e avaliaram o sistema de dunas da Ria Formosa. Este sistema compreende duas penínsulas e cinco ilhas, que são: Península do Ancão, Ilha da Barreta, Ilha da Armona, Ilha da Culatra, Ilha de Tavira, Ilha de Cabanas e Península de Cacela. Com este estudo, percebeu-se a grande robustez do método, a simplicidade em sua aplicação e a rapidez em identificar os locais mais vulneráveis (MATIAS *et al.*, 1996).

Williams e Bennett (1996) avaliaram quarenta e um sistemas de dunas da Europa utilizando, também, este modelo de vulnerabilidade. Novamente, foi confirmada a eficácia do modelo, pois através do mesmo foram identificadas áreas com vulnerabilidade alta e medidas de proteção apropriadas para amenizar este problema.

No Brasil, Diehl (1999) propõe a definição de um modelo para a caracterização da vulnerabilidade dos campos de dunas do litoral do Estado de Santa Catarina, bem como a definição de um *checklist* dos parâmetros ambientais e antrópicos (impactos no meio ambiente gerados por ações do homem), que fundamentam a elaboração deste modelo de vulnerabilidade. A proposta elaborada por este autor tem por base o modelo adotado nas praias do noroeste europeu, com adaptações.

1.1 Justificativa

As dunas, apesar de mostrarem determinado nível de improdutividade, são muito importantes para estabilizar a linha de costa e para preservar a biodiversidade, pois mantêm uma comunidade vegetal típica e uma fauna rica (IBAMA, 2003). As mesmas apresentam mudanças rápidas em relação ao estresse, que podem ser ocasionadas por fatores naturais, como danos causados por ressacas; por fatores antrópicos, como incontroláveis pressões de visitantes e/ou por impactos de animais. Por este motivo, muitos estudos têm apresentado as dunas como sistemas extremamente vulneráveis (WESTHOFF, 1989 *apud* FRACASSO, 2001).

Como as dunas se apresentam vulneráveis e são essenciais para a preservação e manutenção das praias, torna-se fundamental a conservação das mesmas. Sendo assim, um sistema de informação pode ajudar na conquista deste objetivo, pois este tipo de sistema é planejado para fornecer informações seguras para a tomada de decisões, apresentando benefícios tais como: redução dos custos das operações; melhoria no acesso às informações, fornecendo relatórios mais precisos e rápidos, com menor esforço; melhoria na produtividade; melhoria na tomada de decisões, através do fornecimento de informações mais rápidas e precisas; e aumento do nível de motivação das pessoas envolvidas.

Considerando-se que será um sistema aplicado à *web*, o usuário poderá acessar os dados a partir de qualquer parte do mundo, apenas utilizando um computador com acesso à Internet. Podendo assim, fazer comparações com os resultados de outras avaliações. Este projeto utilizará tal tecnologia por ser uma plataforma flexível e de baixo custo para a

criação de sistemas de informação. Além disso, facilita a troca de informações entre diferentes computadores de vários lugares, sendo um dos meios mais rápidos para reunir e divulgar conhecimento.

Para o desenvolvimento deste sistema de informação será utilizada a ferramenta PHP (Pré-processador de hipertexto PHP, do inglês *PHP Hypertext Preprocessor*) por ser uma linguagem simples e poderosa e por oferecer segurança. Além disso, está sendo muito empregada na construção de sistemas voltados à *web*. Para que os dados a serem analisados pelo sistema sejam armazenados faz-se necessário a criação de um banco de dados, que será modelado utilizando-se a ferramenta Oracle por ser um banco de dados estável e compatível com a linguagem PHP.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de informação aplicado à *web* que auxilie nos procedimentos de avaliação da vulnerabilidade e suscetibilidade dos sistemas de dunas costeiras, baseando-se no modelo de vulnerabilidade proposto por Diehl (1999).

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- ? Criar um banco de dados para armazenar os dados relativos aos quesitos a serem analisados: localização e morfologia das dunas, condições da praia, características dos 200 metros adjacentes ao mar, pressão de usos e medidas recentes de proteção;
- ? Implementar o sistema proposto;
- ? Testar e validar o sistema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta etapa engloba o estudo dos conceitos de sistemas de dunas costeiras, gestão ambiental, sistemas de gestão ambiental, sistemas de informação, além de conceitos relacionados à vulnerabilidade e gerenciamento dos sistemas de dunas costeiras. Como este projeto é uma continuação do trabalho desenvolvido por Silva (2002a) intitulado “DUNAS – Sistema Inteligente para Avaliação da Vulnerabilidade e Gerenciamento dos Sistemas de Dunas Costeiras”, o último conceito relacionado acima já foi estudado.

2.1 *Sistemas de Dunas Costeiras*

Dunas são formas originadas a partir de deposição de areias através dos ventos dominantes. Normalmente se posicionam paralelamente à linha de costa e são estabilizadas pela vegetação pioneira (SOARES, 2004). Portanto, a formação das dunas se deve à interação do mar, vento, areia e vegetação (IBAMA, 2003).

Ainda de acordo com IBAMA (2003), os ventos são responsáveis pela origem das ondas e correntes litorâneas, e através destas são transportados grandes quantidades de grãos de areia. Parte destes grãos é depositada na praia gerando um acúmulo de areia. Esta areia acumulada é conduzida pelos ventos dominantes para áreas mais elevadas e é depositada quando o vento perde força ao encontrar a vegetação nativa das dunas. Conforme Viles e Spencer (1995), as raízes desta vegetação fixam a areia, auxiliando no crescimento adicional das dunas.

Segundo Araújo (2003), a movimentação das areias através do vento, indispensável à criação de dunas, depende de diversos fatores:

- ? disponibilidade em areias finas e secas;
- ? ausência de vegetação;
- ? ventos eficazes, ou seja, ventos que têm uma velocidade acima de 16km/h, pois somente estes conseguem mobilizar as areias.

Estas são condições frequentes nas regiões litorâneas, constituindo-se em áreas adequadas à formação das dunas. Complementando, segundo Barbosa (2002), as dunas também podem ser encontradas em áreas desérticas e nas margens de grandes lagos, pois nestes lugares também há muita areia que pode ser conduzida pelo vento. Contudo, o lugar mais propício para se encontrar as dunas é o litoral.

As dunas costeiras formaram-se durante os últimos 5.000 anos, podendo ser encontradas em quase todo litoral brasileiro (ISSB, 2003). Conforme Maciel (1989 *apud* MORITZ JR *et. al*, 2003) as dunas se estendem desde a ilha do Algodual até o Chuí. Sendo que na região norte do Brasil elas atingem até 90 metros de altura, enquanto que na região sul não chegam a ser notáveis. Por exemplo, em Santa Catarina as dunas atingem até 9 ou 10 metros.

2.1.1 Flora e Fauna

Nas dunas frontais, onde existe pouco volume de nutrientes no solo e o vento é constante e forte, a vegetação é limitada a poucas espécies que se constituem de folhas pequenas e duras e têm um crescimento de forma horizontal e vertical para impedir o soterramento (MORITZ JR *et al.*, 2003). Além disso, a vegetação está adaptada a condições de maresia, movimento da areia e temperatura. Após este tipo de duna, a vegetação ganha volume apresentando arbustos e pequenas árvores ramificadas (IBAMA, 2003).

A principal função da vegetação encontrada nas dunas é ajudar na formação e fixação das mesmas através de uma densa rede de raízes. Quanto mais a vegetação cresce, mais as dunas adquirem volume e altura (VELASCO, 2000).

Como as dunas apresentam altas taxas de salinidade, baixas taxas de umidade e instabilidade térmica, não há uma grande quantidade de animais neste ambiente (VILES e SPENCER, 1995). Conforme IBAMA (2003), a fauna das dunas é composta por alguns invertebrados, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Complementando, Moritz Jr *et al.* (2003) relata que algumas espécies utilizam as dunas sazonalmente, como as tartarugas que precisam da duna para desova e incubação até que seus filhotes nasçam.

2.1.2 Função das Dunas

A principal função das dunas é manter e preservar a morfologia da costa, atuando como barreira natural e dinâmica contra a ação de ondas e tempestades; servindo como reservatório de areia para a reconstrução das praias, diminuindo o poder de destruição das ondas (CARTER, 1995). Além disso, as dunas constituem-se em abrigo para animais e plantas que vivem neste tipo de ecossistema (FDEP, 2003).

Areias, água e metais são alguns recursos minerais importantes encontrados nas dunas. Além disso, as dunas costeiras exercem outras significantes funções (IBAMA, 2003):

- ? protegem áreas adjacentes (campos, banhados, marismas, mangues, cursos d'água e zonas urbanas) contra os efeitos de marés altas, ventos e invasão de areia;
- ? representam depósitos de areia para substituir a areia erodida por ondas ou levadas por tempestades;
- ? estabilizam a frente da praia, a longo prazo;
- ? exercem uma barreira contra a penetração de água salgada no nível freático, mediante a pressão de água doce que armazenam;
- ? possuem beleza paisagística e fornecem característica marcante à frente de praia;
- ? são altamente valiosas para usos educacionais, de recreação, e preservação da vida silvestre.

Com base na importância que as dunas representam, é possível prever que a destruição das mesmas terá enormes conseqüências, mais cedo ou mais tarde. Uma destas conseqüências associada à destruição das dunas é a erosão costeira, considerada um problema de caráter global (QUERCUS, 2000). Ainda de acordo com o mesmo autor, para que as dunas cumpram a função de defesa do litoral é imprescindível que:

- ? se mantenha a sua vegetação;
- ? se evite o pisoteio;
- ? não se jogue lixo nas dunas;
- ? não se estacione veículos sobre as dunas e a vegetação;
- ? não se altere o relevo;
- ? não se realizem construções antes de consultar as autoridades locais;
- ? não se explorem as areias que as constituem.

Mas, infelizmente, estas regras não estão sendo cumpridas. Isto se deve principalmente ao turismo que carrega consigo a crescente utilização do litoral para atividades recreativas e de lazer. Não somente as dunas, mas também sua flora e fauna são destruídas devido a colheita de flores e plantas, aos acampamentos, a passagem de pessoas, ao estacionamento de veículos, a urbanização, a abertura de estradas, ao uso das dunas para

aterramentos de banhados e lagoas, entre outros. Sendo assim, o equilíbrio entre a praia e a duna é destruído pela forte pressão que o homem exerce (BARBOSA, 2002).

Para “frear” estes acontecimentos existem leis; uma delas é a Lei nº 7.661/88 que dispõe sobre o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Em seu artigo 3º o PNGC deve prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dar prioridade à conservação e proteção das dunas, entre outros bens.

2.1.3 Conservação das Dunas

Apesar de transmitirem um certo grau de aridez, as dunas são essenciais para a estabilização da linha de costa e para a preservação da biodiversidade, mantendo uma comunidade vegetal típica e uma fauna rica (IBAMA, 2003).

Vários estudos têm mostrado as dunas como sistemas extremamente vulneráveis por apresentarem mudanças rápidas em relação ao estresse, que pode ser induzido por fatores naturais, como danos causados por ressacas; por fatores antrópicos, como incontroláveis pressões de visitantes e/ou por impactos de animais (Westhoff, 1989 *apud* FRACASSO, 2001).

Visto que as dunas desempenham significantes funções e se apresentam como ambientes vulneráveis, torna-se de suma importância a conservação das mesmas para que não sejam degradadas. Sendo assim, IBAMA (2003) apresenta algumas razões para tal atividade ser tão necessária:

- ? Importância cultural, paisagística e ecológica: possuem admirável beleza paisagística; possibilitam atividades de lazer, ecoturismo e educação ambiental; apresentam interesse científico e constituem um laboratório natural de ensino.
- ? Defesa costeira: agem como sistemas de proteção contra tempestades, pois se apresentam como a primeira linha de defesa contra o ataque direto das ondas; impedem que a areia cubra áreas naturais ou urbanizadas ultrapassando o ambiente costeiro e atuam como quebra-ventos naturais, protegendo da maresia.
- ? Preservação da vida vegetal e animal: as dunas são caracterizadas por diferentes ambientes, favorecendo a diversidade de vegetação. Portanto, são um sistema único com várias condições ambientais, proporcionando uma vegetação e fauna típicas.

- ? Zonas de captação de água potável: ajudam a manter a água doce no sistema de dunas e impedem a invasão da água salgada nas áreas adjacentes. Isto é fundamental, pois a água doce que provém das dunas é um recurso mineral indispensável para muitas comunidades costeiras.
- ? Depósitos de importantes recursos minerais: areais, água, ilmenita, rutilo, magnetita, zircão, minerais de terras raras, entre outros.

Moritz Jr *et al.* (2003) apresenta alguns procedimentos para a conservação das dunas, que são: aumentar o número de unidades de conservação (parques, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental, estações ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico), praticar a educação ambiental, denunciar crimes ecológicos e fazer projetos de proteção e recuperação simples (como coletar lixo nas dunas). Outros procedimentos a serem realizados pelas pessoas são: usar as passarelas designadas para acesso às praias; restaurar as dunas danificadas, pois quando as dunas estão estabilizadas elas se tornam uma grande defesa contra as tempestades; e ler mais sobre as dunas e as atividades que ajudam a protegê-las (FDEP, 2003).

Com o intuito de divulgar a importância da preservação das dunas foi criada a cartilha “Nino e Tonho: conhecendo as dunas”, que faz parte do projeto Gerenciamento e Segurança nas Praias desenvolvido pelo Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar – CTTMar (UNIVALI). Esta cartilha é, geralmente, destinada aos turistas que visitam as praias catarinenses, para que eles se conscientizem que as dunas são extremamente importantes para a preservação e manutenção das praias (PARODI, 2003).

Outro exemplo é a campanha de proteção das dunas da Praia Brava (Itajaí – SC) feita pela ONG V Ambiental. A princípio, estão trabalhando com soluções simples, como, por exemplo, a colocação de placas educativas e estacas para proteção das dunas (MORITZ JR *et al.*, 2003).

2.1.4 Modelo de Vulnerabilidade dos Campos de Dunas

O modelo de vulnerabilidade consiste em parâmetros definidos em um *checklist*, que são classificados em cinco categorias (DIEHL, 1999):

- ? Categoria A – Localização e morfologia das dunas (oito parâmetros);
- ? Categoria B – Condições da praia (nove parâmetros);
- ? Categoria C – Características dos 200m adjacentes ao mar (doze parâmetros);

- ? Categoria D – Pressão de uso (quatorze parâmetros);
- ? Categoria E – Medidas recentes de proteção (onze parâmetros).

Portanto, este *checklist* é constituído de 54 parâmetros abrangendo fatores ambientais físicos, como por exemplo, extensão e declividade da praia, e fatores sócio-econômicos e culturais, que influenciam na utilização do sistema. Os parâmetros são avaliados numa escala de 0 a 4, de acordo com a representatividade que estes possuem em relação ao sistema de dunas (BODÉREÉ *et al.*, 1991).

Mora (2002) descreve o modo como é obtido cada parâmetro deste *checklist*, conforme listado abaixo:

Categoria A – Localização e morfologia das dunas: indica as características geomorfológicas do ambiente analisado.

- 1- Campo de migração ortogonal: tamanho da área de migração das dunas; obtido através de observação *in situ* (no local);
- 2- Área de superfície da duna: obtida através da largura *versus* comprimento, sendo necessária a análise de fotografias aéreas da área; resultado em hectares (ha);
- 3- Comprimento da duna costeira: comprimento dos cordões dunares em quilômetros (Km); obtido pela análise de fotografias aéreas;
- 4- Largura (extensão da faixa dunar): largura média do sistema dunar; obtida pela análise de fotografias aéreas; resultado em quilômetro;
- 5- Altura máxima das dunas: obtida através da observação *in situ*;
- 6- a) Se existem cumes – número de cumes principais: obtido pela análise de fotografias aéreas e/ou observação em campo;
b) Se coberta até o topo – inclinação da duna: obtida pela observação em campo;
c) Se ancorada – altura da escarpa: obtida pela observação em campo;
- 7- Área de afloramento do lençol freático: obtida pela observação em campo;
- 8- Tamanho das partículas da duna frontal (Phi): obtido através da análise sedimentológica das praias analisadas;

Categoria B – Condições da praia: engloba os parâmetros referentes às condições momentâneas da praia, que possibilitam evidenciar as mudanças temporais nas áreas analisadas, como por exemplo, passagens de tempestades ou ressacas.

- 1- Largura da zona intermareal: obtida pelo uso de trena; resultado em metros;

- 2- Entrada de suprimento arenoso: foi padronizado como entrada de suprimento arenoso baixa quando as dunas frontais apresentam marcas erosivas, alta quando da ocorrência de dunas embrionárias e média quando nenhuma das duas situações é observada (BODÉRÉ *et al.*, 1991);
- 3- Seixos cobrindo a praia (%): obtido através de observação em campo;
- 4- Dunas frontais carregadas pelo mar (%): obtido através de observação em campo;
- 5- Altura das dunas frontais carregadas pelo mar (%): obtida pela observação de campo, com o auxílio de uma trena;
- 6- Cursos d'água em direção à praia: obtido pela observação em campo, além de análises de fotografias aéreas das áreas estudadas;
- 7- Largura/extensão dos cursos d'água (m): medição feita através do uso de trena ou visualmente;
- 8- Algas na praia superior: obtido pela observação em campo;
- 9- Colonização de vegetação entre a duna e o nível médio do mar: obtido pela observação visual *in situ*;

Categoria C – Características dos 200m adjacentes ao mar: agrupa parâmetros que, direta ou indiretamente, influenciam no comportamento do campo de dunas de forma mais abrangente.

- 1- Face do sistema dunar não vegetada (%): percentual estimado através da observação em campo;
- 2- Dunas do tipo *blowout* (%): obtido através das visitas a campo, além da análise de fotografias aéreas;
- 3- Sedimento provindo do continente para o sistema: obtido pela observação em campo da presença/ausência de canais ou outras fontes potenciais de sedimento continental;
- 4- Invasão de água salgada nas dunas: obtido pela observação em campo;
- 5- Dunas embrionárias na face praial: obtido pela observação em campo;
- 6- Aberturas no sistema com novas dunas (%): obtido pela observação em campo;
- 7- Dunas frontais ao mar vegetadas (%): obtido pela observação em campo;
- 8- Depósitos de areia recentes colonizados por *Panicum racemosum*: espécie que desempenha papel ecológico semelhante a *Ammophila sp.*, abundante no continente europeu; obtido pela observação em campo;

- 9- Cobertura vegetal impenetrável: obtido através da observação em campo e análise das fotografias aéreas;
- 10- Mudanças frontais desde 1940: obtido através da análise comparativa entre as séries fotográficas de 1940 e 1994;
- 11- Mudanças na vegetação desde 1940: obtido pela análise comparativa entre as séries fotográficas de 1940 e 1994;
- 12- Embasamento presente em frente à praia: obtido pela observação *in situ*;

Categoria D – Pressão de uso: engloba os parâmetros de utilização do ambiente pelo homem, em diversos níveis.

- 1- Pressão de visitantes: obtido pela observação em campo;
- 2- Acesso rodoviário: obtido pela observação em campo; no estudo de Mora (2002) foi padronizado como um acesso rodoviário razoável quando a estrada era de terra (sem pavimentação) e bom quando o acesso era pavimento;
- 3- Trânsito rodoviário nas dunas: obtido pela observação em campo, tanto dos veículos em trânsito quanto de marcas de passagem dos mesmos;
- 4- Passeio de cavalos nas dunas: obtido através da observação em campo, além de informações fornecidas pelos moradores;
- 5- Densidade de trilhas: outra forma de se avaliar a pressão de visitantes no local; obtida através da observação em campo e análise das fotografias aéreas;
- 6- Aprofundamento das trilhas no sedimento: obtido através da observação em campo;
- 7- Acampamentos comerciais: obtido pela observação em campo;
- 8- Acampamentos dispersos: obtido pela observação em campo e informações fornecidas pelos moradores;
- 9- Habitações: obtido pela observação em campo e análise de fotografias aéreas;
- 10- Proprietários: é uma forma de se avaliar o nível de pressão/ocupação antrópica no local (quanto mais proprietários, maior a pressão de urbanização);
- 11- Principal proprietário: obtido pela observação em campo e informações fornecidas pelos moradores;
- 12- Extração comercial: neste parâmetro está inclusa toda a forma de utilização comercial do ambiente (quiosques e bares, por exemplo);

13- Presença de gado/ovelhas/cabras: obtido pela observação em campo;

14- População de coelhos: obtido pela observação em campo;

Categoria E – Medidas recentes de proteção: abrange medidas de proteção ao sistema de dunas que visem sua preservação e uso racional.

1- Vigilância e manutenção: obtido pela observação em campo e informações fornecidas pelos moradores;

2- Área com acesso restrito (%): obtida pela observação em campo e informações fornecidas pelos moradores; estando inclusas áreas de preservação e propriedades particulares com vegetação preservada;

3- Estacionamento controlado: obtido pela observação em campo;

4- Passeios de cavalo controlados: obtido pela observação em campo e informações fornecidas pelos moradores;

5- Tráfego controlado nas dunas: obtido através da observação em campo e informações fornecidas pelos moradores;

6- Trilhas gerenciadas: obtido pela observação em campo;

7- Armadilhas de areia: estratégia utilizada em áreas com processos erosivos pronunciados ou em recuperação;

8- Fixação em áreas móveis das dunas (%): obtido pela observação em campo;

9- Placas informativas: obtido pela observação em campo;

10- Se houver erosão marinha – trabalho de proteção: obtido pela observação em campo;

11- Proteção pela legislação: obtido através da análise da legislação vigente nas esferas federal, estadual e municipal.

No Anexo I são apresentados quadros das cinco categorias com seus respectivos parâmetros.

2.1.4.1 Cálculo da Estabilidade do Sistema de Dunas

Conforme Williams *et al.* (2001), a estabilidade do sistema pode ser verificada através da razão IV/MP, sendo que o sistema estará em equilíbrio quando esta razão resultar entre 0,8 e 1,3. Porém, este resultado pode estar acima ou abaixo do intervalo definido, demonstrando que o sistema está em desequilíbrio negativo ou positivo, respectivamente.

Bodéré *et al.* (1991) destaca que para se obter a razão IV/MP é necessário calcular o índice de vulnerabilidade (IV, do inglês *Vulnerability Index*) e o índice de medida de proteção (MP, do inglês *Protection Measure Index*). Conforme Matias *et al.* (1996), o índice de vulnerabilidade varia na proporção direta da fragilidade do sistema e o índice de medida de proteção está relacionado com as recentes medidas de proteção realizadas no sistema. Williams *et al.* (1994) acrescenta que o relacionamento entre estes dois índices permite aos gerenciadores costeiros verificar o balanço entre a vulnerabilidade e a proteção das dunas.

O índice de vulnerabilidade é definido pela soma e porcentagem dos parâmetros das categorias de A a D, e o índice de medida de proteção é resultante da soma e porcentagem dos parâmetros da categoria E. A porcentagem do IV é adquirida através de uma regra de três. Sabendo-se que o maior valor de um parâmetro é quatro, a pontuação máxima das categorias de A a D é 172 (100%), pois a pontuação máxima da cada categoria é: 32 (Categoria A), 36 (Categoria B), 48 (Categoria C) e 56 (Categoria D). Faz-se o mesmo cálculo para encontrar a porcentagem do MP, mas é usada somente a pontuação máxima da categoria E, que equivale a 44 (BODÉRÉ *et al.*, 1991).

Além disso, é fundamental verificar se o parâmetro de determinada categoria é aplicável ou não à avaliação do sistema de dunas. Caso este parâmetro não seja aplicável, seu valor será descartado da pontuação máxima da categoria. Por exemplo, no *checklist* original há um parâmetro referente à população de coelhos (Categoria D), porém, no Brasil não é comum a presença destes animais nas praias ou dunas. Conseqüentemente, este parâmetro se torna não aplicável. Ou seja, a pontuação máxima da Categoria D que antes era 56, agora é 52 (BODÉRÉ *et al.*, 1991).

2.1.4.2 Representação do Modelo de Vulnerabilidade

O modelo de vulnerabilidade dos campos de dunas pode ser representado através de tabela ou gráfico, conforme descreve Mora (2002). Em seu estudo, Mora analisou nove praias do litoral catarinense, são elas: praia de Barra do Sul, praia de Barra Velha, Praia Grande, praia de Navegantes, Praia Brava, praia de Taquarinhas, praia de Estaleiro, praia de Moçambique e praia da Joaquina. Neste trabalho serão apresentados apenas alguns destes resultados para exemplificar os modos de representação do modelo de vulnerabilidade. A Tabela 1 apresenta o modelo de vulnerabilidade na forma de tabela,

apresentando as pontuações e porcentagens de cada categoria e os índices IV, MP e IV/MP.

Tabela 1. Modelo de Vulnerabilidade em forma de tabela.

CATEGORIA/ÍNDICE	PONTOS	PERCENTUAL
Categoria A	27	75 %
Categoria B	14	38,38 %
Categoria C	13	27,08 %
Categoria D	18	40,9 %
Categoria E	11	25 %
IV	72	43,9 %
MP	11	25 %
IV/MP	-	1,75

Fonte: adaptado de Moura (2002).

De acordo com o mesmo autor existem dois tipos de gráficos utilizados na representação deste modelo, o gráfico *columnar* e o gráfico em “U”. Para a construção do gráfico *columnar* é necessária a obtenção das porcentagens das categorias de A a E. Os eixos deste gráfico são representados pelas categorias A, B, C e D, e a circunferência é representada somente pela categoria E ou Índice de Medida de Proteção (MP). O sistema estará em equilíbrio quando a circunferência for maior que o quadrilátero semelhante a um “losango”.

O gráfico em “U” é responsável por apresentar as relações existentes entre as condições naturais e as condições antropizadas através do relacionamento entre o índice de vulnerabilidade (IV) e o índice de medida de proteção (MP). Sendo assim, o sistema estará em equilíbrio quando a reta estiver na horizontal. Se a reta estiver na posição ascendente significa que o sistema estará em desequilíbrio positivo e na posição descendente significa que o sistema estará em desequilíbrio negativo.

A seguir serão apresentadas três fotos de praias analisadas por Mora (2002) juntamente com os gráficos *columnar* e em “U”, demonstrando como estes gráficos são representados em equilíbrio, desequilíbrio positivo e desequilíbrio negativo. Estas três praias usadas como exemplo são: Praia Grande (sistema de dunas em equilíbrio), Praia da Joaquina (sistema de dunas em desequilíbrio positivo) e Praia de Barra Velha (sistema de dunas em desequilíbrio negativo).

? **Equilíbrio:** Praia Grande, município de Penha (SC), analisada em fevereiro de 2000. O cálculo da razão IV/MP resultou em 1,03.



Figura 1. Praia Grande – sistema de dunas em equilíbrio.

Fonte: Mora (2002).

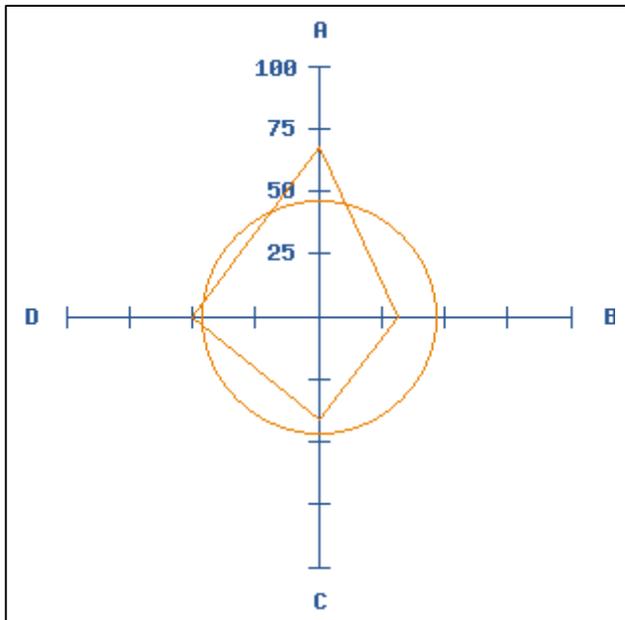


Figura 2. Praia Grande, gráfico *columnar*.

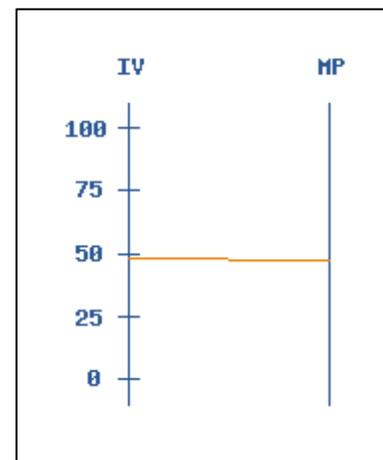


Figura 3. Praia Grande, gráfico em U.

? **Desequilíbrio Positivo:** Praia da Joaquina, município de Florianópolis (SC), analisada em outubro de 2001. O cálculo da razão IV/MP resultou em 0,61.



Figura 4. Praia da Joaquina - sistema de dunas em desequilíbrio positivo.

Fonte: Mora (2002).

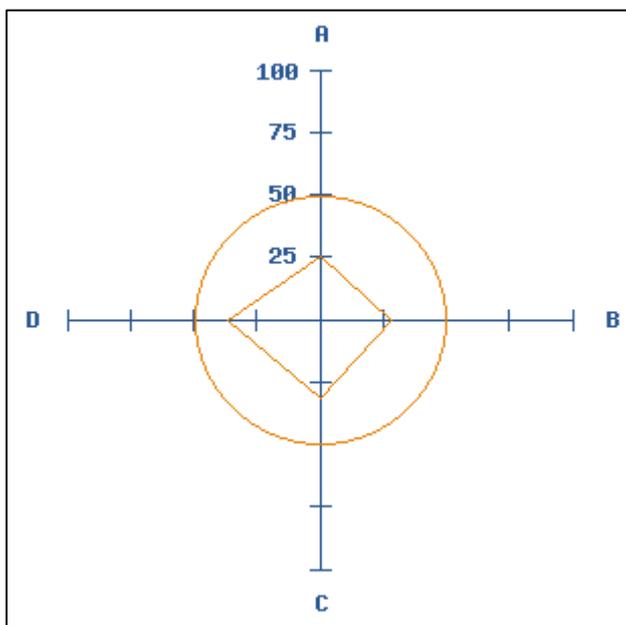


Figura 5. Praia da Joaquina, gráfico *columnar*.

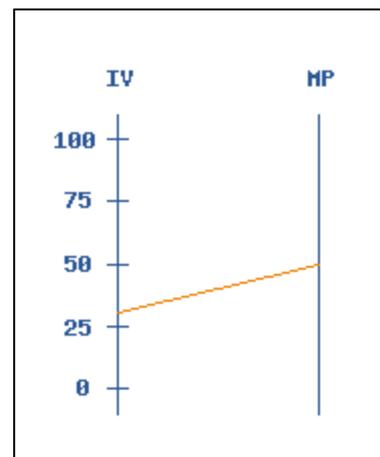


Figura 6. Praia da Joaquina, gráfico em U.

? **Desequilíbrio Negativo:** Praia de Barra Velha, município de Barra Velha (SC), analisada em setembro de 2001. O cálculo da razão IV/MP resultou em 2,51.



Figura 7. Praia de Barra Velha - sistema de dunas em desequilíbrio negativo.
Fonte: Mora (2002).

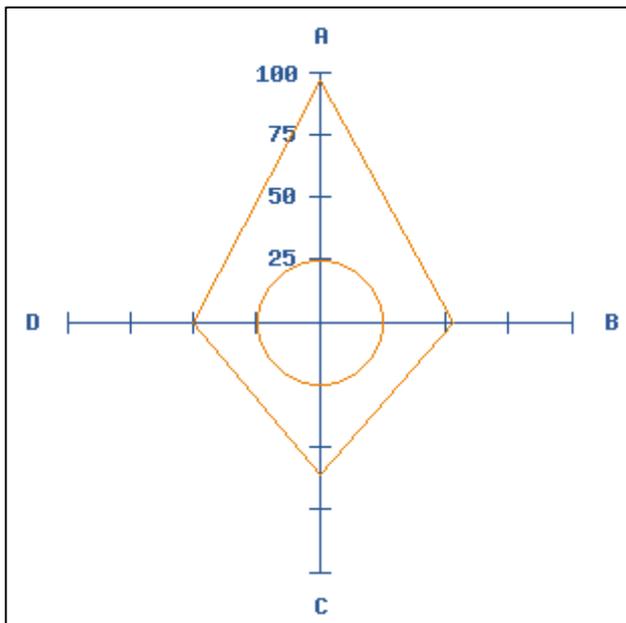


Figura 8. Praia de Barra Velha, gráfico *columnnar*.

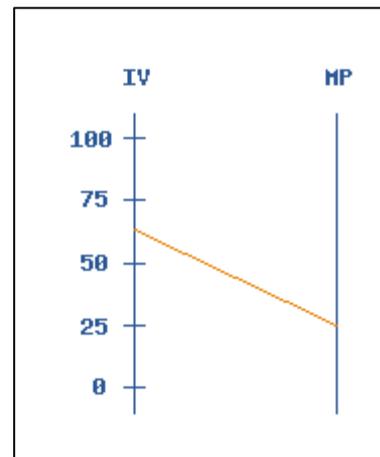


Figura 9. Praia de Barra Velha, gráfico em U.

As iniciativas para conservação das dunas são caracterizadas como gestão ambiental, que é uma área do conhecimento que está apresentando grande desenvolvimento nas últimas décadas. É um tema atual e cada vez mais é considerado como uma importante ferramenta de qualidade, excelência e gestão para uma organização.

2.2 Gestão Ambiental

Gerir é definido por Meyer (2000) como “sinônimo de uma ação humana de administrar, de controlar ou de utilizar alguma coisa para obter o máximo benefício social por um período indefinido, para além de nossa história pessoal única”. O objetivo da gestão (ou administração) é obter maiores benefícios por meio da aplicação dos menores esforços. Ou seja, cada homem (isoladamente ou em grupos) busca otimizar o uso dos recursos que tem à sua disposição, sejam eles financeiros, materiais ou humanos.

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938), meio ambiente denota o “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (SILVA, 2000).

Conforme o IBAMA, a gestão ambiental é um processo que faz o intermédio de interesses e conflitos entre os atores sociais que atuam sobre o meio ambiente (MEYER, 2000). Fengler (2002) complementa que isto só irá fazer sentido quando implementado em benefício das pessoas, visando a construção de uma sociedade melhor.

A gestão ambiental é um processo iterativo e adaptativo que define e redefine a maneira como os atores modificam a qualidade do meio ambiente através de suas atitudes e, também, como são distribuídos os custos e benefícios na sociedade decorrentes destas atitudes (FENGLER, 2002; IBAMA *apud* MEYER, 2000). Em outras palavras, é um “processo contínuo de análise, tomada de decisão, organização e controle das atividades, seguido de uma avaliação dos resultados, visando a melhoria na formulação e implementação de políticas, e suas conseqüências no futuro” (NUNES, 2001). A Figura 10 apresenta a gestão ambiental como um processo.



Figura 10. Gestão Ambiental como um processo.

Fonte: Adaptado de Fengler (2002).

A gestão ambiental é o resultado natural da evolução do pensamento dos homens com relação ao uso dos recursos naturais de maneira mais correta. Somente retirando-se o que pode ser repostado ou, se não for possível, ao menos recuperar a degradação ambiental causada. Como característica, esta área possui caráter multidisciplinar, ou seja, profissionais de diversos campos podem atuar na mesma, mas precisam estar devidamente capacitados (BARROW, 1999).

De acordo com Meyer (2000), a gestão ambiental pode ser apresentada conforme o esquema a seguir.

Objeto	{	Manter o meio ambiente saudável (à medida do possível), para atender as necessidades humanas atuais, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.
Meios	{	Atuar sobre as modificações causadas no meio ambiente pelo uso e/ou descarte dos bens e detritos gerados pelas atividades humanas, a partir de um plano de ação viável técnica e economicamente, com prioridades perfeitamente definidas.
Instrumentos	{	Monitoramentos, controles, taxações, imposições, subsídios, divulgação, obras e ações mitigadoras, além de treinamento e conscientização.
Base de Atuação	{	Diagnósticos e prognósticos ambientais da área de atuação, a partir de estudos e pesquisas dirigidos à busca de soluções para os problemas que forem detectados.

O objetivo da gestão ambiental, segundo Barrow (1999), é ordenar as atividades humanas para que as mesmas originem o menor impacto negativo possível sobre o meio ambiente; prevenindo e solucionando problemas ambientais, estabelecendo limites, sustentando a existência de recursos e possibilitando o melhoramento da qualidade de vida. Esta ordenação inicia desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a correta alocação de recursos humanos e financeiros.

Gestor é a pessoa responsável por recuperar o ambiente degradado o mais próximo possível das condições em que se encontrava e, também, tentar evitar que novas degradações venham a ocorrer (FERREIRA, 2001).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a operacionalização da gestão acontece baseando-se em quatro atividades principais:

- ? Reciclagem: ações que têm por objetivo permitir a reutilização de materiais e/ou produtos com o intuito de alongar seu ciclo de vida e minimizar os problemas com o depósito de dejetos ou de emissão de poluentes.
- ? Recuperação: ações com a finalidade de transformar, se possível, o meio ambiente em condições melhores do que antes de ser poluído. Ou, pelo menos, melhorar as condições ambientais atuais.
- ? Prevenção/Proteção: ações específicas que evitem ou protejam o meio ambiente de agressões causadas pelo homem ou mesmo pela própria natureza.

Com o objetivo de preservar o meio ambiente, consegue-se implementar uma gestão ambiental de forma eficiente. Uma das ferramentas mais apropriadas para se alcançar este objetivo é o Sistema de Gestão Ambiental, pois permite uma ação corretiva e preventiva baseada em fatos e dados (CORTEZ e PATRÍCIO, 2000).

2.3 Sistema de Gestão Ambiental

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um conjunto de atividades e instrumentos de gestão que visam a proteção ambiental (TINSLEY, 2001). Conforme Wiemes (1999), o SGA segue o ciclo do PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir do inglês *Plan, Do, Check and Act*), constituindo-se em uma importante ferramenta que auxilia na busca da melhoria contínua. Este ciclo pode ser observado na Figura 11 e o objetivo de cada item do mesmo é apresentado na Tabela 2.

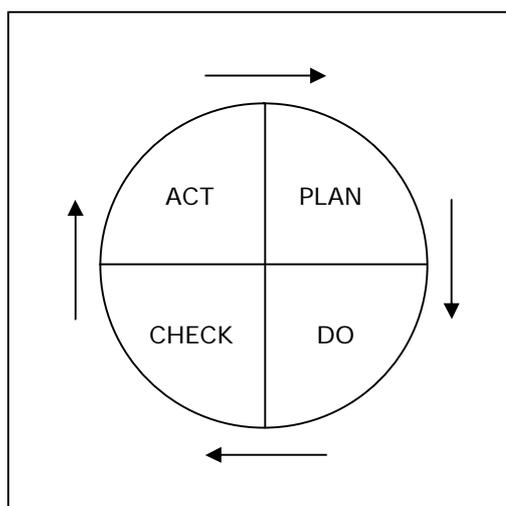


Figura 11. Ciclo do PDCA.

Fonte: Adaptado de Wiemes (1999).

Tabela 2. Objetivo do Ciclo PDCA.

PDCA	OBJETIVO
P (<i>Plan</i>)	Fase de planejar ou formular um plano visando o objetivo a ser alcançado.
D (<i>Do</i>)	Fase de execução, desenvolvendo capacidade e mecanismos necessários à realização dos objetivos.
C (<i>Check</i>)	Nesta fase é verificada a certeza do alinhamento do sistema de gestão ambiental aos objetivos e metas.
A (<i>Act</i>)	Nesta fase ocorre a ação visando uma melhoria contínua.

Fonte: Adaptado de Wiemes (1999).

Cortez e Patrício (2000) têm uma visão um pouco diferente quanto aos elementos que compõem o Sistema de Gestão Ambiental, são eles:

- ? Objetivo: o que se quer deste sistema;
- ? Estratégia: serve para atender o objetivo, sendo identificadas as regras básicas do sistema;
- ? Padrão/Metas: são estabelecidos critérios para saber o que se quer alcançar dentro da estratégia fixada.
- ? Ferramentas Específicas: ferramentas que permitam atingir os padrões desejados;
- ? Sistema de Checagem: sistema que permita checar o andamento do sistema;

? Organização: o sistema encontra-se pronto.

De acordo com Santos (1999), os sistemas de gestão ambiental apresentam algumas vantagens perante a sociedade, tais como: significam uma melhoria na qualidade de vida resultante da diminuição dos impactos ambientais adversos ou desfavoráveis e permitem redução do custo de controle e fiscalização.

2.3.1 Exemplos de Sistema de Gestão Ambiental

Na seqüência estão relacionados alguns exemplos de Sistemas de Gestão Ambiental.

Projeto SIGA – Sistema de Gestão Ambiental Municipal

Este projeto está sendo desenvolvido pelo Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental da UFSCar. O sistema se constituirá em um modelo de auxílio aos municípios para tratar de suas questões ambientais dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentado.

O sistema obtém, armazena e disponibiliza informações ambientais sobre os recursos naturais municipais (água, solos e diversidade biológica) e sobre as atividades humanas realizadas no território municipal (uso do solo), com o intuito de permitir que a sociedade e os tomadores de decisão discutam em relação as formas de conservação e uso racional destes recursos.

Redução dos custos associados à correção de problemas ambientais, verificação da obediência dos usuários dos recursos naturais municipais à legislação ambiental, fornecimento de informações para o planejamento municipal e motivação da população local para a discussão com relação ao meio ambiente e os recursos ambientais municipais são alguns dos benefícios que o Projeto SIGA apresenta (PIRES *et al.*, 2003).

Sistema de Gestão Ambiental – Tapada Nacional de Mafra

A Tapada Nacional de Mafra, localizada a 50 km de Lisboa (Portugal), é um grande ponto turístico que dispõe de atividades como, por exemplo, visitas guiadas e percursos pedestres, a cavalo e de bicicleta. Sua grande riqueza é a diversidade biológica de sua floresta, portanto, é de extrema importância preservá-la. Para isto, foi desenvolvido um sistema de gestão ambiental que adota uma política ambiental permitindo a conservação do solo, o controle e eliminação das espécies invasoras que degradem o ecossistema e a

manutenção da quantidade de animais em certo nível para que não ponha em risco a vegetação (TAPADA NACIONAL DE MAFRA, 2003).

Sistema de Gestão Ambiental ETA SAJE

Na Estação de Tratamento de Água de Santo Antônio de Jesus (ETA SAJE), localizada na Bahia, foi implantado um sistema de gestão ambiental visando a melhoria contínua através de cinco itens descritos a seguir:

- ? Respeitar o meio ambiente em suas atividades de produção de água para abastecimento público, assegurando os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde;
- ? Otimizar a utilização de matérias-primas e energia elétrica, contribuindo para a preservação dos recursos ambientais;
- ? Desenvolver suas atividades, aplicando tecnologias, processos e insumos que eliminem, minimizem e ou controlem as causas de impactos negativos ao meio ambiente, visando a prevenção da poluição;
- ? Operar e monitorar as unidades de captação e tratamento de água bruta, controlar os efluentes e resíduos gerados pelo processo, atendendo à legislação ambiental e aos outros requisitos pertinentes;
- ? Ter colaboradores conscientizados, treinados e qualificados para assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental de seu SGA.

O planejamento deste SGA está baseado na identificação dos aspectos ambientais relacionados às atividades, processos, produtos e serviços, juntamente com a avaliação de significância do impacto ambiental de cada aspecto levantado (NASCIMENTO, 2003).

SIGA_RSU - Sistema Interativo de Gestão Ambiental para a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

Este sistema está em fase de desenvolvimento e será implantado na empresa ResiOeste, objetivando controlar e minimizar os impactos ambientais negativos e potencializar os impactos ambientais positivos das atividades realizadas pela mesma.

O desenvolvimento deste sistema na empresa surgiu com o intuito de criar boas práticas de gestão ambiental integradas nas novas tecnologias.

Facilidade, rapidez e organização são algumas vantagens apresentadas por este SGA, permitindo, por exemplo, a consulta de informações necessárias com maior eficiência e atualização constante e imediata do SGA (SIGA_RSU, 2003).

GEUME – Desenvolvimento de um Sistema de Gestão Ambiental do contorno do Eume

O GEUME é um sistema de gestão ambiental, baseado na tecnologia SIG (Sistema de Informação Geográfica), que tem como objetivo facilitar a análise da informação sobre o estado do Eume e o seu contorno. Sendo assim, permite a manipulação da informação ambiental geo-referenciada possibilitando o estudo da relação entre distintos parâmetros ambientais no Eume e no seu contorno (GONZÁLEZ *et al.*, 2003).

Projeto de Sistema de Gestão Ambiental para uma Empresa de Limpeza Pública

Este projeto está relacionado com a área de coleta de resíduos sólidos de uma empresa de limpeza pública. A implantação deste projeto de SGA proporciona uma melhoria nos padrões de desempenho ambiental relativos às questões ambientais, estabelece uma nova consciência na busca do convívio harmonioso com a natureza, mostra ao gerente novos caminhos na busca do aprimoramento dos processos (por exemplo, reaproveitamento e redução no consumo de matérias-primas e energia, atingindo o custo da empresa), estabelece aos empregados e à comunidade o compromisso da empresa com o desenvolvimento sustentável da região mostrando que a mesma vem adotando medidas que a caracterizam como uma empresa pró-ativa (LOPES, 2003).

2.4 Sistema de Informação

Sistema é um conjunto de partes que interagem entre si formando um todo unitário; possui determinado objetivo e efetua determinada função (OLIVEIRA, 2001). Informação, conforme Radünz (2002), é “um conjunto de fatos organizados de tal forma que adquirem valor adicional, além do valor do fato em si”. Tem um papel fundamental nos sistemas de informação, pois é das informações que dependerá o futuro da empresa.

Sendo assim, Sistema de Informação (SI), segundo Laudon e Laudon (1999), é “um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento,

o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações”.

De acordo com Laudon e Laudon (1999), os SI's exercem três atividades básicas para transformar a informação em uma forma utilizável, que são: entrada, processamento e saída. A Figura 12 apresenta estas três atividades, sendo que a entrada é responsável pela coleta de dados brutos, o processamento converte os dados de entrada em uma forma útil e adequada, e a saída transfere a informação processada às pessoas ou atividades que irão utilizá-la. A realimentação, também chamada de *feedback*, é a saída responsável por ajudar a refinar ou corrigir os dados de entrada. O'Brien (2001) acrescenta mais uma atividade básica chamada armazenamento, que guarda dados e informações de forma organizada para uso posterior.

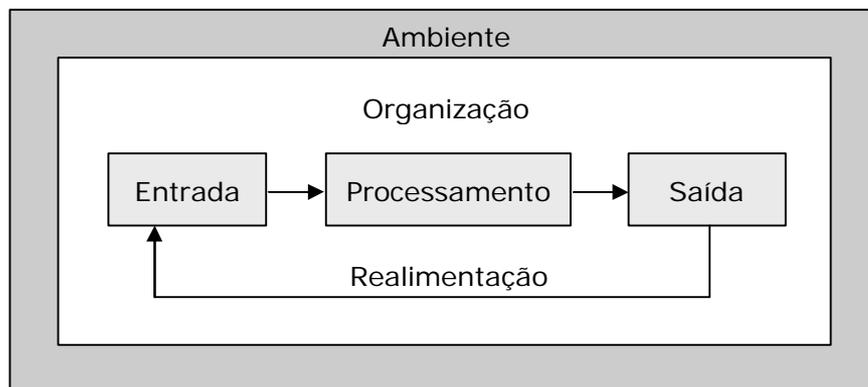


Figura 12. Atividades dos Sistemas de Informação.

Fonte: Laudon e Laudon (1999).

O desenvolvimento de sistemas de informação, conforme Oliveira (2001), é constituído de quatro fases:

- ? Fase da Conceituação: tem como objetivo “obter uma idéia preliminar e geral do volume e complexidade do projeto de desenvolvimento e implementação do sistema de informação”.
- ? Fase do Levantamento e Análise: serve para identificar como fluem as informações para otimizar o funcionamento da empresa.
- ? Fase da Estruturação: nesta fase são modeladas as informações para a construção de um plano de implementação incluindo os recursos necessários.
- ? Fase da Implementação e Avaliação: tem como objetivo executar o plano de implementação e gerar o produto final, ou seja, o sistema de informação.

A classificação dos sistemas de informação é feita de acordo com o tipo de problema organizacional que solucionam. Os tipos de problemas organizacionais são: estratégico, tático ou gerencial, de conhecimento e operacional (LAUDON e LAUDON, 1999). A Figura 13 ilustra esta classificação.

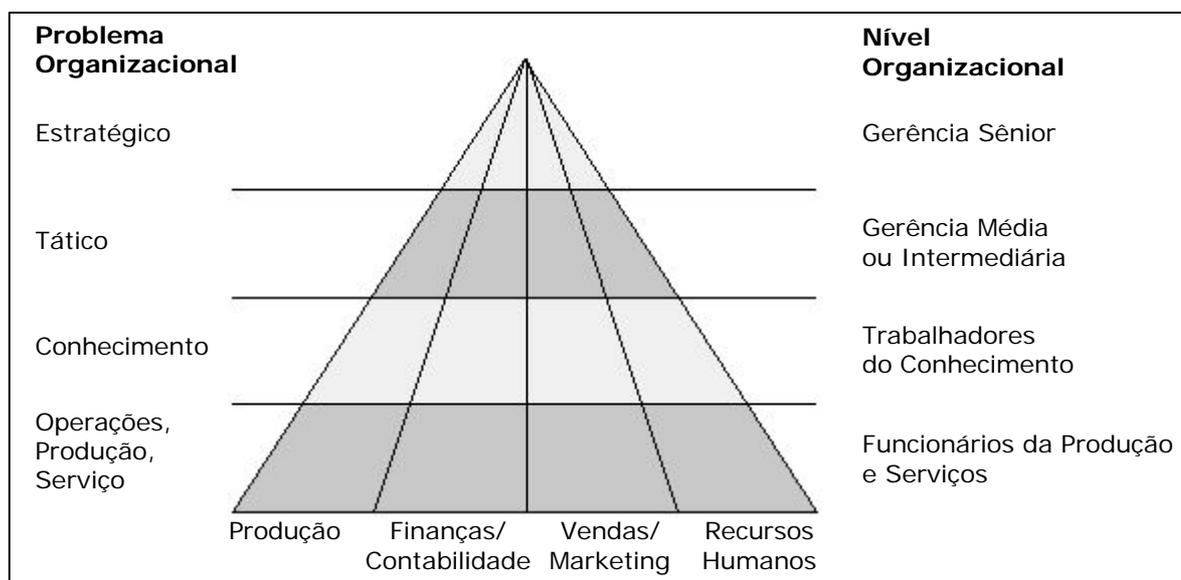


Figura 13. Classificação dos Sistemas de Informação.

Fonte: Laudon e Laudon (1999).

Portanto, de acordo com o mesmo, os SI's são classificados em quatro categorias descritas a seguir:

- ? **Estratégico:** utilizado em questões que envolvem objetivos da organização, produtos, serviços e sobrevivência a longo prazo;
- ? **Tático ou Gerencial:** utilizado em questões sobre como atingir os objetivos e como controlar e avaliar o atingimento dos objetivos;
- ? **Conhecimento:** utilizado em questões de conhecimento. Os trabalhadores do conhecimento criam, distribuem e usam conhecimento em benefício da empresa;
- ? **Operacional:** utilizado para resolver problemas relacionados a operação, serviço e produção.

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de informação classificado como tático ou gerencial. Ainda de acordo com Oliveira (2001), este tipo de sistema apresenta vários benefícios, tais como:

- ? redução dos custos das operações;
- ? melhoria no acesso às informações, fornecendo relatórios mais precisos e rápidos, com menor esforço;
- ? melhoria na produtividade;
- ? melhoria na tomada de decisões, através do fornecimento de informações mais rápidas e precisas;
- ? fornecimento de melhores projeções dos efeitos das decisões;
- ? aumento do nível de motivação das pessoas envolvidas.

O sistema de informação classificado como tático ou gerencial é subdividido em três: sistemas de informações gerenciais (SIG) propriamente ditos, que fornecem relatórios resumidos sobre o desempenho da empresa; sistemas de suporte à decisão (SSD), que fornecem dados e modelos para a solução de problemas; e sistemas de suporte a executivo (SSE), que fornecem suporte ao planejamento estratégico de uma empresa (LAUDON e LAUDON, 1999).

O sistema proposto foi caracterizado como um sistema de suporte à decisão. Este tipo de sistema possui três componentes básicos: banco de dados (coleção de informações), base de modelos (ferramentas analíticas utilizadas pelo sistema) e um sistema de *software* que oferece fácil interação entre os usuários do sistema, o banco de dados e a base de modelos.

Segundo Radünz (2002), estes sistemas apresentam as seguintes vantagens: ajudam a analisar alternativas e propor soluções, são interativos na sua utilização, permitem flexibilidade na busca e manipulação das informações e possuem acesso rápido.

Os sistemas de informação aplicados à Internet estão cada vez mais ganhando espaço na vida das pessoas, pois estão facilitando o acesso a todo tipo de informação por meio do recurso mais utilizado da Internet, a *World Wide Web*. A seguir, serão apresentadas informações sobre esta tecnologia.

2.5 Internet

Internet (ou simplesmente Net) é uma rede global de integração de milhares de outras redes locais, regionais e nacionais, constituindo-se a maior rede de computadores do mundo (LAUDON e LAUDON, 1999). O'Brien (2001) comenta que “a Internet está mudando o modo como as empresas são operadas e as pessoas trabalham e como a

tecnologia da informação apóia as operações empresariais e as atividades de trabalho do usuário final”. A Internet está ampliando o uso de sistemas de informação nas organizações e na vida diária, pois facilita a troca de informações entre diferentes computadores de vários lugares. Pesquisadores e trabalhadores do conhecimento estão considerando a Internet como um meio rápido para reunir e divulgar conhecimento.

De acordo com Laudon e Laudon (1999), a Internet está tendo um grande impacto no mundo empresarial, nas comunidades universitárias e governamentais, e também em muitas pessoas. Este impacto decorre de sua capacidade de eliminar barreiras de tempo e espaço, fazendo isto com baixo custo. Conforme O’Brien (2001), a Internet tem a capacidade de prover a infra-estrutura de informação necessária para uma empresa ou organização obter operações eficientes e administrar de forma eficaz.

A *World Wide Web* (também conhecida como *web* ou *www*) é o recurso mais utilizado da Internet, conceituada por Laudon e Laudon (1999) como sendo “um conjunto de padrões referentes ao armazenamento, organização e apresentação de informações em um ambiente de redes”. Atualmente, através deste recurso, é possível apresentar informação em páginas eletrônicas em forma de texto, gráfico, áudio e vídeo, tornando a *web* um veículo de comunicação dinâmico e eficiente. Sendo assim, a *web* popularizou a Internet, fazendo com que ela seja agradável e fácil de usar (GUIZZO, 1999).

Uma das razões para a *web* ser tão popular está no fato de que a tecnologia por trás das páginas *web* é simples não somente para pessoas experientes e treinadas, mas também para pessoas inexperientes, fazendo com que consigam acessar facilmente as informações dispostas nestas páginas (LAUDON e LAUDON, 1999).

Além de apresentar várias vantagens, este sistema utilizou tal tecnologia por ser uma plataforma flexível e de baixo custo para a criação de sistemas de informação.

2.6 Ergonomia de Sistemas

Em 2002, a Associação Brasileira de Ergonomia definiu ergonomia como sendo “uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema” (ABERGO, 2003). A Ergonomia, segundo Silva (2002b), “busca a melhoria das condições de trabalho e seu objetivo é a adaptação do trabalho ao homem”. Aumentando,

assim, a segurança e eficiência para simplificar tarefas e, também, a sensação de conforto e satisfação do usuário.

A Usabilidade estuda a relação entre sistemas e usuários, sendo que estes sistemas devem ser eficientes fazendo com que os usuários consigam efetuar as suas tarefas da melhor maneira possível (HEEMANN, 1997). Portanto, a facilidade e eficiência de uso de um sistema contribuem para sua usabilidade, o que está relacionada com a ergonomia. Afinal, a ergonomia visa adaptar o trabalho ao homem da maneira como o usuário pensa e trabalha (LIMA, 2001).

Silva (2002b) relata que a Interação Humano – Computador (IHC) estuda a troca de informações entre as pessoas e os computadores. Sendo que esta troca deve ser tão eficiente quanto possível, visando a minimização de erros, o aumento da satisfação e a diminuição da frustração e fazendo com que as tarefas que envolvem as pessoas e os computadores sejam feitas de forma mais produtiva e efetiva.

Bastien e Scapin (1993, *apud* LIMA, 2001) definiram critérios ergonômicos para a avaliação de interfaces humano – computador, divididos em oito critérios principais que se subdividem com o objetivo de minimizar a ambigüidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos do *software* interativo, descritos a seguir.

A **Condução** diz respeito aos meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o computador, através de mensagens, alarmes e rótulos, por exemplo. Como consequência de uma boa condução tem-se a facilidade de aprendizado e de utilização do sistema, permitindo que o usuário melhore seu desempenho e diminua o número de erros na operação do mesmo.

O critério **Carga de Trabalho** abrange todos os elementos da interface que possuem um papel fundamental na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário, e no aumento da eficiência do diálogo. Portanto, quanto maior for a carga de trabalho, maior será a probabilidade de cometer erros. Além disso, quanto menos ações forem necessárias, mais rápidas serão as interações.

O **Controle Explícito** se refere ao processamento explícito pelo sistema das ações do usuário e pelo controle que o usuário tem sobre este processamento. Portanto, quando os usuários definem explicitamente suas entradas, e estas estão sob o controle deles, os erros e as ambigüidades são limitados. Além do mais, se os usuários tiverem controle sobre o diálogo, o sistema será melhor aceito.

A **Adaptabilidade** de um sistema envolve a capacidade do mesmo de reagir conforme as necessidades e preferências do usuário, de acordo com o contexto.

A **Gestão de Erros** abrange todos os mecanismos que evitam ou reduzem a ocorrência de erros, favorecendo sua correção quando ocorrem. Considerando que as interrupções provocadas por erro perturbam a atividade do usuário, quanto menos erros ocorrerem menos interrupções serão feitas, portanto o desempenho será melhor.

O critério **Homogeneidade/Coerência** diz respeito às escolhas na concepção da interface, que devem ser idênticas em contextos idênticos e diferentes em contextos diferentes. Todas as telas devem manter-se estáveis em relação, por exemplo, ao formato, localização ou sintaxe dos procedimentos, rótulos, comandos, enfim; para serem melhor reconhecidas, localizadas e utilizadas. Com isto, o sistema se torna mais previsível e a aprendizagem mais generalizável, ou seja, os erros diminuem. A falta de homogeneidade é outra razão importante da recusa na utilização.

O **Significado dos Códigos e Denominações** abrange a adequação entre o objeto, ou a informação apresentada ou pedida, e sua referência. Para que os códigos e denominações sejam significativos, devem possuir forte relação semântica com seu referente, fazendo com que a recordação e o reconhecimento sejam melhores. Quando os códigos e denominações não forem significativos para os usuários, podem sugerir operações inadequadas ao contexto, conduzindo à ocorrência de erros.

A **Compatibilidade** refere-se ao acordo que pode existir entre as características do usuário e das tarefas e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de tal aplicação. Refere-se, também, ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações. Para que a eficiência seja maior é necessário, por exemplo, que os procedimentos indispensáveis ao cumprimento de determinada tarefa sejam compatíveis com as características psicológicas do usuário e que os procedimentos e as tarefas sejam organizados de modo a respeitar as expectativas ou costumes do mesmo. E para um melhor desempenho é necessário que a informação seja apresentada de uma maneira diretamente utilizável.

Os critérios ergonômicos são bastante utilizados para a construção de interfaces por apresentarem vantagens como: facilitam a utilização do sistema; diminuem a probabilidade de erros; apresentam respostas rápidas e consistentes; melhoram o entendimento do funcionamento do sistema; facilitam a leitura da informação apresentada e permitem o controle do usuário sobre o processamento do sistema (LIMA, 2001).

2.7 Ferramenta PHP

A ferramenta PHP está sendo amplamente aplicada no desenvolvimento de sistemas voltados à *web*, principalmente por ser uma linguagem simples e poderosa, além de

oferecer segurança (CASTAGNETTO *et al.*, 2001). Converse e Park (2001) acrescentam outras vantagens do PHP: é um *software* livre, é flexível e rápido nos requisitos e eficiente nos resultados.

Ainda de acordo com Converse e Park (2001), a linguagem PHP foi desenvolvida em 1994 por Rasmus Lerdorf e, atualmente, após grande evolução, permite a apresentação de páginas *web* de forma dinâmica, ou seja, são aquelas que retornam ao usuário uma página gerada em tempo real como, por exemplo, as salas de bate-papo ou páginas de publicação de notícias.

O PHP é uma linguagem simples para um programador iniciante e apresenta inúmeros recursos para o programador profissional, sendo outro fator importante na ampla utilização desta linguagem. Uma de suas características mais significativas está no fato de dar suporte a uma grande variedade de bancos de dados como, por exemplo, MySQL, Oracle, dBase, PostgreSQL, Sybase e Interbase. Possui, também, portabilidade para a maioria dos sistemas operacionais: Linux, Solaris, OpenBSD, Microsoft Windows, Mac OS X, entre outros (PHP.NET, 2003).

Diferentemente da linguagem JavaScript, o código do PHP é executado no servidor, ou seja, o usuário não tem acesso a este código. Isto é útil para aplicações que trabalham com senhas ou informações confidenciais. Com relação ao *script* CGI escrito em C ou Perl, é necessário que este *script* crie todo o código HTML (*HyperText Markup Language*) ou leia de outro arquivo. Já o código PHP fica embutido no HTML (CONVERSE e PARK, 2001). Outra desvantagem da programação CGI é que a cada requisição recebida pelo servidor é criado um processo. Portanto, quando houver vários processos executando simultaneamente o servidor poderá parar de funcionar (CASTAGNETTO, 2001).

Comparando com Servlets Java, o PHP possui processamento mais rápido levando menos tempo para carregar, além do tempo de desenvolvimento de uma solução nesta linguagem ser bem menor. Como dito anteriormente, a linguagem PHP possui portabilidade para a maioria dos sistemas operacionais. Já a linguagem ASP só é executada em plataformas Microsoft (TORRES, 2003).

2.8 Banco de Dados Oracle

Segundo Cerícola (1995), o Oracle é um banco de dados relacional e distribuído, ou seja, uma coleção de sistemas de banco de dados conectados através de uma rede de

comunicações. Desta forma, um usuário em qualquer sistema de banco de dados pode ter acesso a qualquer dado na rede, como se este dado estivesse no próprio sistema de banco de dados do usuário.

Um sistema de banco de dados é definido, por Silberschatz, Korth e Sudarshan (1999), como sendo uma coleção de dados inter-relacionados e uma coleção de programas para prover o acesso a estes dados. Sendo que seu principal objetivo é fornecer um ambiente adequado e eficiente para recuperação e armazenamento da informação.

O Oracle, conforme Cerícola (1995), apresenta vantagens tais como: simplicidade e uniformidade, independência total dos dados, interfaces de alto nível para usuários finais, melhoria na segurança dos dados, custo de comunicações mais baixo, tempo de resposta mais rápido e melhoria na confiabilidade. Silberschatz, Korth e Sudarshan (1999) acrescentam outros benefícios a esta ferramenta: partilhamento de dados e controle de distribuição, confiabilidade e disponibilidade e aceleração de processamento de consultas.

O sistema de gerenciamento de banco de dados relacional e distribuído Oracle foi desenvolvido em 1977 nos Estados Unidos pela Oracle Corporation. Este sistema é o mais conhecido e difundido no mercado, é composto por um grupo de ferramentas bastante amplo e completo e possui portabilidade com várias marcas como, por exemplo, MS-DOS, Unix, Macintosh, Siemens, HP e OS/2 (CERÍCOLA, 1995).

Para o Oracle acessar o banco de dados e os dados da tabela ele utiliza a *Structured Query Language* (SQL), ou seja, uma linguagem de programação padrão para os sistemas de gerenciamento de bancos de dados relacionais que define e manipula o banco de dados. Esta linguagem possui uma adequada estrutura para a arquitetura cliente/servidor, portanto cada vez mais aplicações e páginas que acessam bancos de dados relacionais estão sendo desenvolvidas através da mesma (RAMALHO, 1999).

2.9 Unified Modeling Language

A *Unified Modeling Language* (UML) é uma linguagem para especificação, construção, visualização e documentação de modelos de sistemas de *software* (OESTEREICH, 1999). Foi criada a partir da unificação de três métodos: Booch, OMT (*Object Modeling Language*) e OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*), desenvolvidos por Booch, Rumbaugh e Jacobson respectivamente (FURLAN, 1998). De

acordo com Larman (2000), a UML é um padrão emergente que está sendo aceito pela indústria para a modelagem orientada a objetos.

Segundo Furlan (1998), a UML apresenta os seguintes objetivos:

- ? Fornecer aos usuários uma linguagem de modelagem visual expressiva e pronta para uso visando o desenvolvimento de modelos de negócio;
- ? Fornecer mecanismos de extensibilidade e de especialização para apoiar conceitos essenciais;
- ? Ser independente de linguagens de programação e processos de desenvolvimento;
- ? Prover uma base formal para entender a linguagem de modelagem;
- ? Encorajar o crescimento de número de ferramentas orientadas a objeto no mercado;
- ? Suportar conceitos de desenvolvimento de nível mais elevado tais como colaborações, estrutura de trabalho, padrões e componentes;
- ? Integrar as melhores práticas.

Para melhorar a compreensão dos requisitos do sistema, Larman (2000) relata que a criação de casos de uso é uma técnica excelente para o alcance deste objetivo. Conforme Oestereich (1999), o diagrama de caso de uso descreve as relações entre um conjunto de casos de uso e os atores envolvidos. Há quatro elementos básicos em um diagrama de casos de uso, que são: ator, caso de uso, interação e sistema, apresentados na Figura 14.

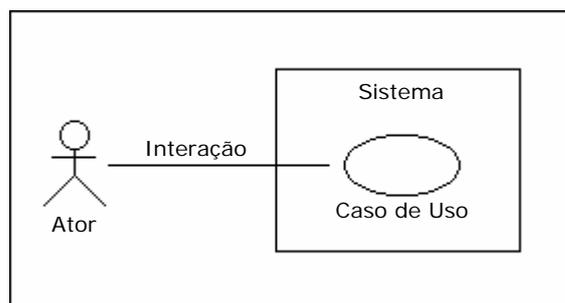


Figura 14. Diagrama de Caso de Uso.

Fonte: Furlan (1998).

O ator, segundo Furlan (1998), é “um agente que interage com o sistema, um tipo de usuário ou categoria com papel definido”. Os tipos de atores incluem pessoas, sistemas de computador e dispositivos elétricos ou mecânicos, sendo que os atores típicos são

cliente, usuário, gerente, computador, impressora, dispositivo de comunicação de rede, entre outros.

O caso de uso é uma descrição de interação típica entre um usuário e um sistema. Ele descreve os requisitos do sistema, ou seja, o que deveria ser feito, mas não como deveria ser feito (OESTEREICH, 1999). Os objetivos principais dos casos de uso, de acordo com Furlan (1998), são:

- ? Descrever os requisitos funcionais do sistema obtendo um consenso entre usuários e desenvolvedores de sistemas;
- ? Fornecer uma descrição consistente e clara sobre as responsabilidades que devem ser cumpridas pelo sistema;
- ? Oferecer as possíveis situações do mundo real para o teste do sistema.

Oestereich (1999) descreve os elementos básicos para a descrição de um caso de uso, que são:

- ? Atores: atores envolvidos no caso de uso;
- ? Pré-condições (quando necessário): estado do sistema antes do caso de uso ocorrer;
- ? Pós-condições (quando necessário): estado do sistema depois do caso de uso ter ocorrido com sucesso;
- ? Descrição do Processo: descrição do caso de uso, ou seja, os passos que o sistema deve fazer.

2.10 Modelo Entidade-Relacionamento

“Um modelo de (banco de) dados é uma descrição dos tipos de informações que estão armazenadas em um banco de dados”. Este modelo não informa, por exemplo, os produtos que estão armazenados, mas apenas que o banco de dados contém informações sobre produtos (HEUSER, 2000). Segundo Cougo (1997), os objetivos do modelo de dados são:

- ? Representar um ambiente observado;
- ? Servir de instrumento para comunicação;
- ? Favorecer o processo de verificação e validação;
- ? Capturar aspectos de relacionamento entre os objetos observados;
- ? Servir como referencial para a geração de estruturas de dados;

? Estabelecer conceitos únicos a partir de visões diversas.

Um modelo de dados, de acordo com Silberschatz, Korth e Sudarshan (1999), proporciona ao desenvolvedor uma base conceitual na qual se pode especificar quais as necessidades dos usuários de banco de dados e como este banco de dados será estruturado para atender a estas necessidades. A caracterização de todos os dados necessários do ponto de vista do usuário resulta na especificação das necessidades do usuário (ou levantamento de requisitos). Em seguida, o desenvolvedor escolhe o modelo de dados e transcreve as necessidades especificadas em um esquema conceitual de banco de dados, também chamado modelo conceitual, que proporciona uma visão detalhada do sistema.

Um modelo conceitual é definido como um modelo de dados abstrato que descreve a estrutura de um banco de dados independentemente de um sistema gerenciador de banco de dados (HEUSER, 2000). Conforme Cougo (1997), os objetos, suas características e relacionamentos de um modelo conceitual devem representar fielmente o ambiente observado. De acordo com Heuser (2000), a técnica de modelagem conceitual mais difundida e utilizada é a abordagem entidade-relacionamento (ER). Nesta técnica, o modelo de dados é representado através de um modelo entidade-relacionamento (modelo ER).

O modelo ER tem por base a percepção do mundo real como um conjunto de objetos básicos, chamados entidades, e do relacionamento entre eles. As entidades são descritas no banco de dados por meio de seus atributos (SILBERSCHATZ, KORTH e SUDARSHAN, 1999). A seguir, os três componentes principais de um modelo ER (destacados acima) serão melhor detalhados:

? **Entidade:** Uma entidade é um “objeto” do mundo real que pode ser identificado por outros objetos. Por exemplo, cada pessoa é uma entidade; as contas dos clientes de um banco também podem ser consideradas entidades. Uma entidade pode ser de dois tipos: concreta, como pessoa ou livro, ou abstrata, como um empréstimo ou uma viagem (SILBERSCHATZ, KORTH e SUDARSHAN, 1999). A representação de uma entidade, segundo Cougo (1997), é feita através de um retângulo que contém o nome da entidade. Cada um destes retângulos (ou entidades) representa um conjunto de objetos sobre os quais se deseja guardar informações.

? **Relacionamento:** Conforme Silberschatz, Korth e Sudarshan (1999), um relacionamento é uma associação entre uma ou várias entidades. Cada entidade pode estar relacionada com diversas outras entidades, independente

de seu tipo. Um relacionamento é representado por um losango ligado por linhas às entidades que participam deste relacionamento (HEUSER, 2000).

? **Atributos:** “são propriedades descritivas de cada membro de um conjunto de entidades” (SILBERSCHATZ, KORTH e SUDARSHAN, 1999). Cougo (1997) complementa que os atributos podem estar associados a uma entidade assim como podem estar associados a um relacionamento. A representação de um atributo, de acordo com Heuser (2000), é feita através de um traço, associado a uma entidade ou relacionamento, com um pequeno círculo na ponta. Próximo a este círculo é colocado o nome do atributo.

A Figura 15 mostra um exemplo da representação gráfica do modelo entidade-relacionamento.

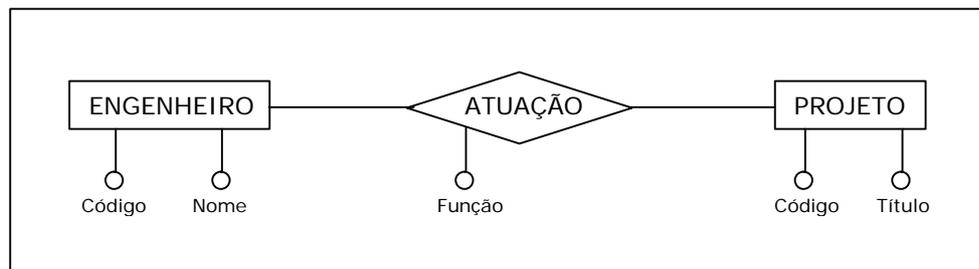


Figura 15. Representação gráfica do modelo ER.

Fonte: Adaptado de Heuser (2000).

Geralmente, para a construção de modelos ER utiliza-se uma ferramenta CASE (*Computer Aided Software Engineering*), pois a criação destes modelos de forma manual se torna muito trabalhosa por causa das freqüentes revisões feitas durante o processo de modelagem (HEUSER, 2000). Cougo (1997) descreve que a representação gráfica dos componentes do modelo ER pode ser diferente nas ferramentas CASE. Na maioria delas os atributos são alocados dentro dos retângulos que representam as entidades e os relacionamentos são representados por apenas uma linha.

Após a construção do modelo de banco de dados torna-se indispensável a documentação do mesmo de forma consistente e utilizável. De acordo com Barbieri (1994), esta documentação pode ser feita através de um dicionário de dados que representa o armazenamento das informações contidas no modelo de forma textual, ou seja, contém a descrição das tabelas de dados e seus atributos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um sistema de informação baseado em sistema de gestão ambiental que tem como objetivo auxiliar no processo de avaliação da vulnerabilidade e gerenciamento dos sistemas de dunas costeiras. O sistema está disponível inicialmente em www.gsibr.com/~andy/dunas. Foi desenvolvido a partir do modelo proposto por Diehl (1999), que considera as peculiaridades do litoral catarinense. De acordo com o mesmo autor e Williams *et al.* (1994), este modelo é de fácil entendimento e aplicação, podendo ser utilizado não somente por especialistas.

A metodologia seguida para o desenvolvimento deste projeto baseou-se nos seguintes aspectos: revisão bibliográfica, levantamento das variáveis, modelagem dos dados, implementação do sistema e testes e validação.

3.1 Ferramentas Utilizadas

Neste trabalho foi utilizado um sistema de informação classificado como tático ou gerencial, pois, conforme Oliveira (2001), este tipo de sistema é planejado para fornecer informações seguras para a tomada de decisões, sendo definido como “o processo de transformação de dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da empresa, bem como proporcionam a sustentação administrativa para otimizar os resultados esperados”. O sistema de informação de nível tático ou gerencial divide-se em três tipos, sendo que o sistema desenvolvido classifica-se como sistema de suporte à decisão, pois fornece dados e modelos para solucionar problemas.

A ferramenta PHP foi utilizada na construção do sistema de informação por ser uma linguagem simples e poderosa para a criação de sistemas voltados pra *web*. Para armazenar os dados que são analisados pelo sistema de informação fez-se necessário a criação de um banco de dados. Este banco de dados foi modelado para utilizar a ferramenta Oracle por se tratar de um banco de dados estável e compatível com a linguagem PHP.

Para que o sistema de informação proposto seja capaz de interagir com qualquer tipo de usuário (em questão de familiaridade com o uso do computador), fez-se necessária a utilização de técnicas ergonômicas, contribuindo para que o sistema se ajuste às necessidades, habilidades e limitações dos usuários. As técnicas ergonômicas utilizadas

neste trabalho referem-se aos critérios ergonômicos definidos por Bastien e Scapin, que são:

- ? **Condução:** o sistema apresenta mensagens e rótulos guiando o usuário facilmente na sua navegação, exibe de maneira rápida e consistente respostas às ações do mesmo e possui uma organização visual adequada facilitando a leitura das informações dispostas na tela. Exemplos: em todas as telas é apresentada ao usuário a localização deste no sistema, ou seja, “:: Cadastro :: Praia” significa que o usuário está na opção de cadastro de praia. De acordo com a ação que o usuário executa, o sistema apresenta uma resposta. Quando o mesmo cadastra uma praia, o sistema mostra uma mensagem: “Cadastro realizado com sucesso”.
- ? **Carga de Trabalho:** para realizar uma determinada operação, o usuário não necessita cumprir um grande número de passos, o que diminui a probabilidade de cometer erros. Além disso, os itens apresentados são sucintos diminuindo o tempo de leitura. Exemplo: para consultar um segmento, o usuário deve escolher a opção Consulta e, em seguida, a opção Segmento. Após o sistema apresentar os segmentos, o usuário deve selecionar o mesmo para obter seus dados.
- ? **Controle Explícito:** o usuário possui controle sobre as ações que executa, limitando os erros. Por exemplo, em um cadastro ou alteração o usuário tem como opção cancelar a operação.
- ? **Gestão de Erros:** é permitido ao usuário a correção dos erros que tenha cometido. Além disso, o sistema detecta e previne erros de entrada de dados, comandos e ações com conseqüências desastrosas e/ou não recuperáveis. Exemplos: caso o usuário cadastre informações erradas no sistema, ele poderá alterar estas informações através do formulário de alteração. Ao cadastrar ou alterar dados, o sistema verifica o uso correto de letras, números e símbolos. Caso haja algum erro, o usuário é informado através de mensagem.
- ? **Homogeneidade/Coerência:** o formato, a localização e a sintaxe dos procedimentos, rótulos e comandos dispostos na tela do sistema apresentam-se de forma permanente, não mudando de uma tela pra outra. Exemplo: os botões Alterar, Excluir e Voltar são apresentados no final da tela.

- ? Significado dos Códigos e Denominações: os objetos ou informações apresentados são adequados a sua referência, ou seja, cada opção está de acordo com a ação a ser executada. Exemplo: o botão Inserir faz com que os dados sejam inseridos no banco de dados do sistema.
- ? Compatibilidade: o sistema funciona de maneira semelhante ao modo como o administrador costeiro trabalha devido a organização das entradas e saídas do sistema. Exemplo: para cadastrar as informações do modelo de vulnerabilidade (entradas), o usuário seleciona entre opções pré-definidas. O sistema apresenta os resultados (saídas) através de tabela e gráficos. Ou seja, funciona do mesmo modo como utilizado pelos administradores costeiros.

A Figura 16 apresenta um esquema dos módulos implementados no sistema.

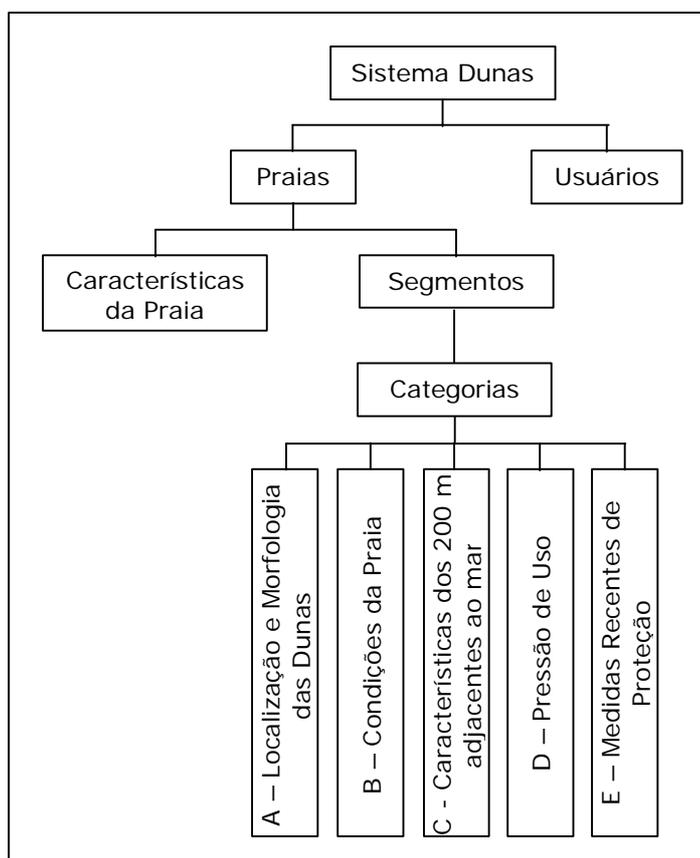


Figura 16. Esquema dos módulos implementados no sistema.

3.2 Levantamento das Variáveis

Na etapa de levantamento das variáveis foram verificadas, por meio de uma reunião junto ao especialista, as variáveis a serem utilizadas no sistema, bem como os parâmetros do modelo de vulnerabilidade. Estas variáveis estão explicitadas no Dicionário de Dados (Tabelas de 42 a 57).

3.3 Modelagem dos Dados

Após o levantamento das variáveis foi construída a modelagem dos dados do sistema utilizando o Diagrama de Casos de Uso, que apresenta as relações entre um conjunto de casos de uso e os atores envolvidos, e o Modelo Entidade-Relacionamento, que tem por base a percepção do mundo real como um conjunto de objetos e do relacionamento entre eles.

3.3.1 Modelagem do Sistema

Neste trabalho, para a modelagem do sistema, foi utilizada a linguagem UML, que está sendo muito difundida ultimamente e é considerada uma importante ferramenta para análise de sistemas. Diagrama de casos de uso é um dos diagramas que a UML apresenta, e serve para descrever a interação entre o usuário e o sistema.

A Figura 17 apresenta o diagrama de casos de uso deste projeto. Na seqüência, as Figuras 18, 19 e 20 apresentam o diagrama separado por ator (administrador, usuário e visitante, respectivamente).

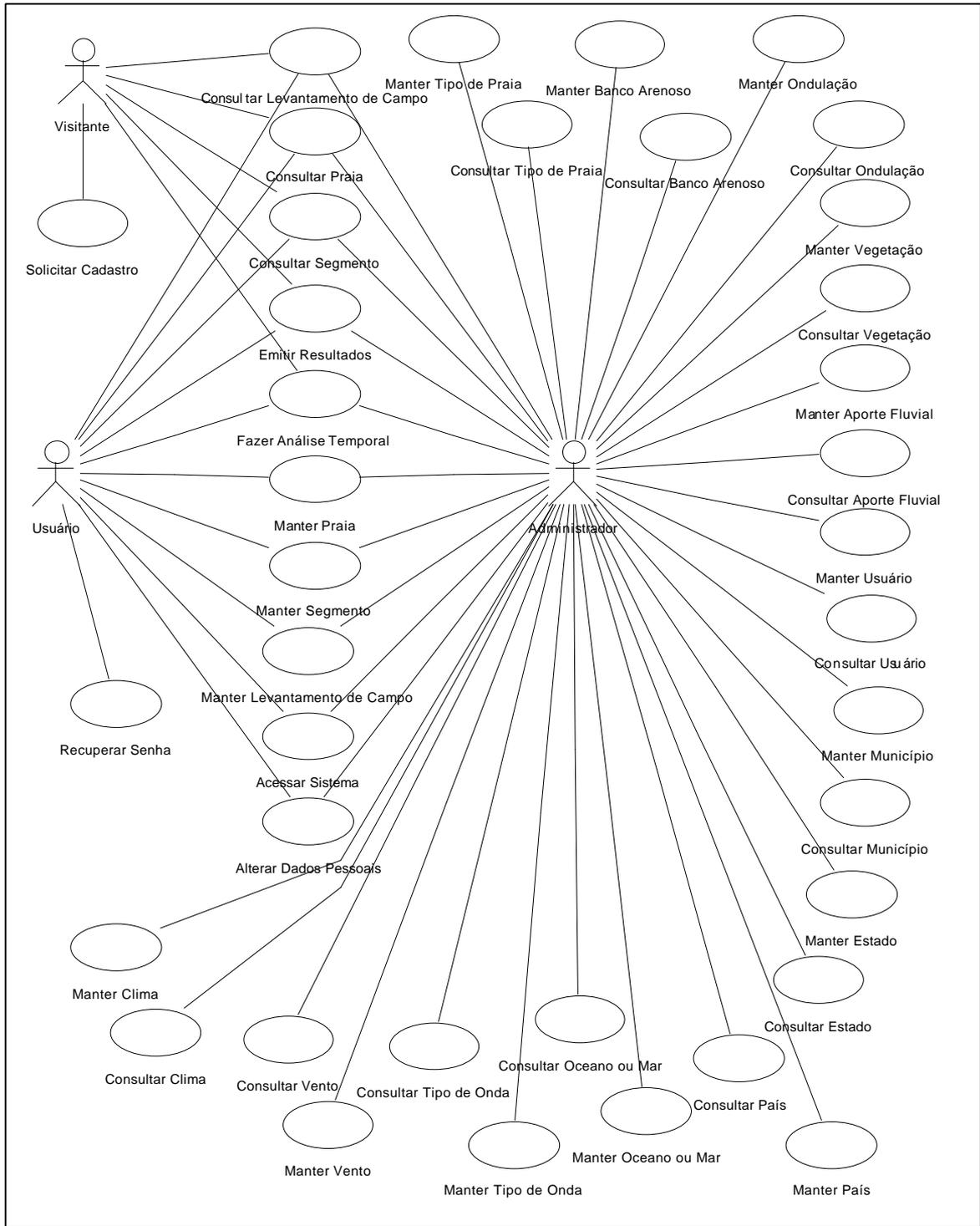


Figura 17. Diagrama de Casos de Uso do Projeto.

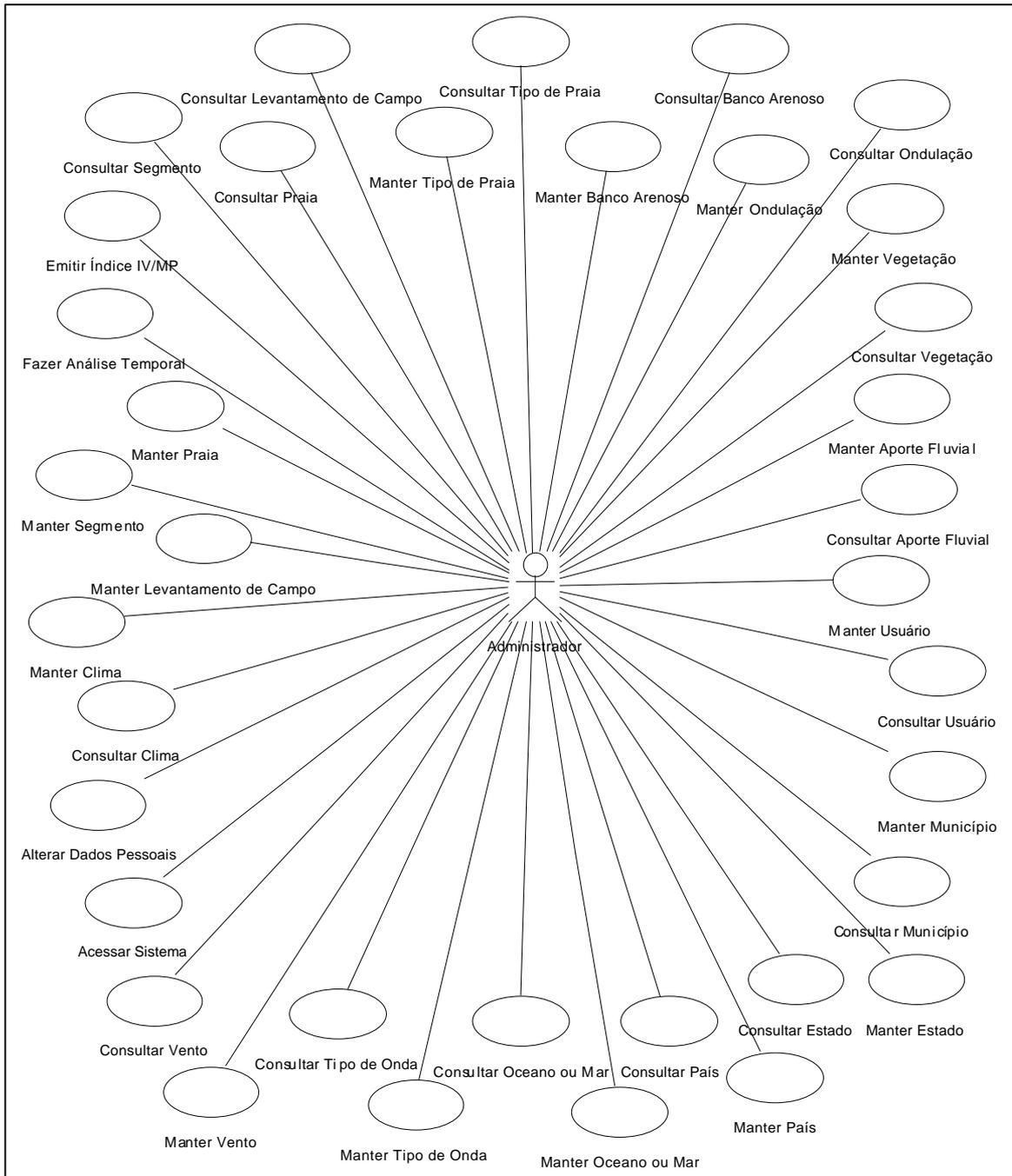


Figura 18. Diagrama de Casos de Uso - administrador.

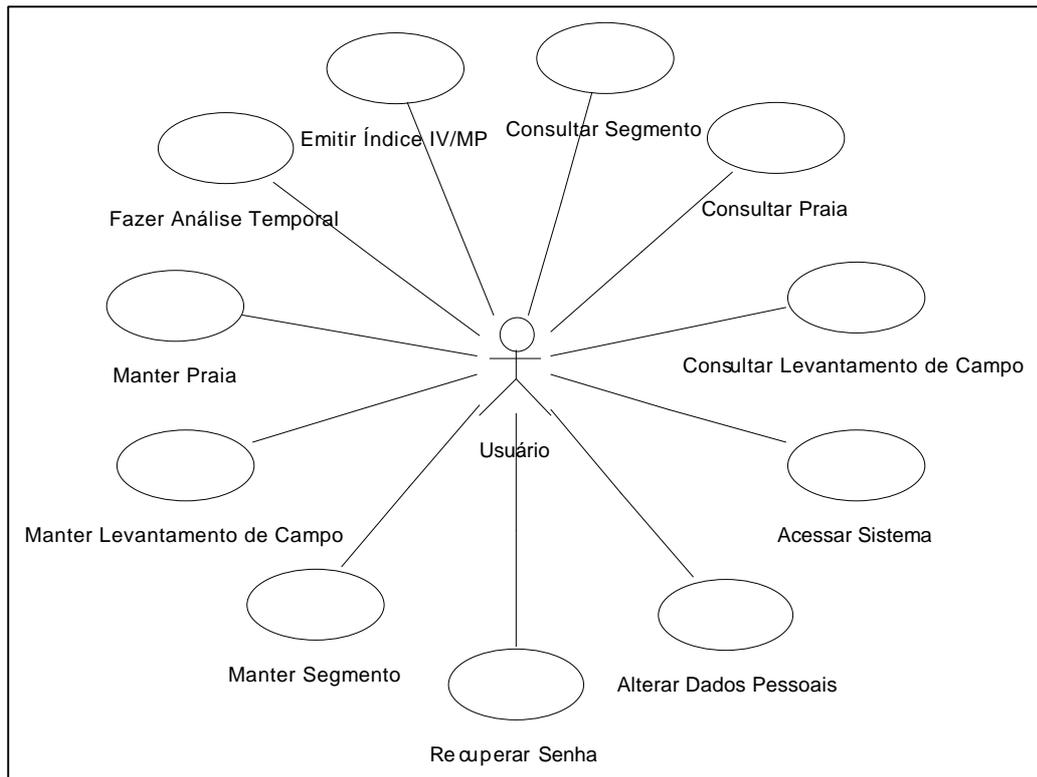


Figura 19. Diagrama de Casos de Uso - usuário.

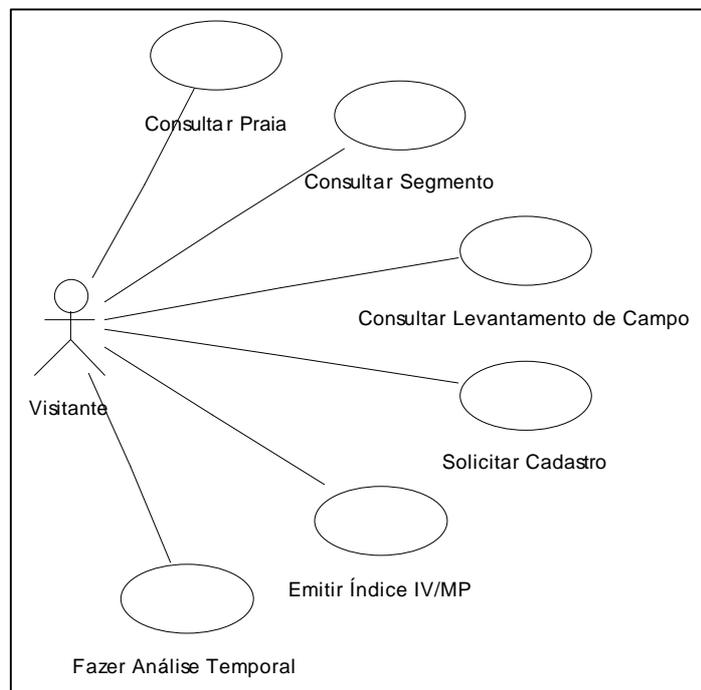


Figura 20. Diagrama de Casos de Uso - visitante.

As descrições dos casos de uso do diagrama estão relacionadas a seguir.

Tabela 3. Caso de Uso: Acessar o Sistema.

Atores	Administrador e usuário
Pré-condição	O administrador ou o usuário deve possuir um cadastro para acesso ao sistema.
Descrição	O administrador ou o usuário deverá abrir um navegador e informar o endereço para acesso ao <i>site</i> . Após carregado, o administrador ou o usuário deverá informar um <i>login</i> e senha para ter acesso ao sistema.

Tabela 4. Caso de Uso: Alterar Dados Pessoais.

Atores	Administrador e usuário
Pré-condição	O administrador ou o usuário deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador ou o usuário poderá alterar seus dados pessoais selecionando a opção “Dados Pessoais”. Em seguida, deve confirmar a operação.

Tabela 5. Caso de Uso: Consultar Aporte Fluvial.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o aporte fluvial através da opção “Consultar Aporte Fluvial”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os aportes fluviais cadastrados. Para encontrar o aporte fluvial pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 6. Caso de Uso: Consultar Banco Arenoso.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o banco arenoso através da opção “Consultar Banco Arenoso”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os bancos arenosos cadastrados. Para encontrar o banco arenoso pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 7. Caso de Uso: Consultar Clima.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o clima através da opção “Consultar Clima”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os climas cadastrados. Para encontrar o clima pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 8. Caso de Uso: Consultar Estado.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o estado através da opção “Consultar Estado”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os estados cadastrados, bem como o país ao qual pertencem. Para encontrar o estado pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 9. Caso de Uso: Consultar Levantamento de Campo.

Atores	Administrador, usuário e visitante
Pré-condição	Não possui.
Descrição	O administrador, o usuário ou o visitante poderá pesquisar os parâmetros das categorias existentes através da opção “Consultar Levantamento de Campo”. Ao selecionar esta opção, o sistema apresentará uma lista contendo o nome da praia, o nome do segmento e a data de avaliação. Para encontrar a saída de campo pesquisada, o administrador, o usuário ou o visitante conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página. Para que os parâmetros de determinado levantamento de campo sejam exibidos, basta selecioná-lo.

Tabela 10. Caso de Uso: Consultar Município.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o município através da opção “Consultar Município”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os municípios cadastrados, bem como o estado ao qual pertencem. Para encontrar o município pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 11. Caso de Uso: Consultar Oceano ou Mar.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o oceano ou mar através da opção “Consultar Oceano/Mar”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os oceanos e mares cadastrados. Para encontrar o oceano ou mar pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 12. Caso de Uso: Consultar Ondulação.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o tipo de ondulação através da opção “Consultar Ondulação”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os tipos de ondulações cadastrados. Para encontrar o tipo de ondulação pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 13. Caso de Uso: Consultar País.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o país através da opção “Consultar País”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os países cadastrados, bem como o oceano ao qual pertencem. Para encontrar o país pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 14. Caso de Uso: Consultar Praia.

Atores	Administrador, usuário e visitante
Pré-condição	Não possui.
Descrição	O administrador, o usuário ou o visitante poderá efetuar esta pesquisa através da opção “Consultar Praia”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo as praias cadastradas, bem como o município ao qual pertencem. Para encontrar a praia pesquisada, o administrador, o usuário ou o visitante conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 15. Caso de Uso: Consultar Segmento.

Atores	Administrador, usuário e visitante
Pré-condição	Não possui.
Descrição	O administrador ou o usuário poderá efetuar esta pesquisa através da opção “Consultar Segmento”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista com os segmentos cadastrados, bem como a praia a qual pertencem. Para encontrar o segmento pesquisado, o administrador, o usuário ou o visitante conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 16. Caso de Uso: Consultar Tipo de Onda.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o tipo de onda através da opção “Consultar Tipo de Onda”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os tipos de onda cadastrados. Para encontrar o tipo de onda pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 17. Caso de Uso: Consultar Tipo de Praia.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o tipo de praia através da opção “Consultar Tipo de Praia”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os tipos de praia cadastrados. Para encontrar o tipo de praia pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 18. Caso de Uso: Consultar Usuário.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá efetuar esta pesquisa através da opção “Consultar Usuário”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo o nome e o <i>login</i> dos usuários cadastrados. Para encontrar o usuário pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 19. Caso de Uso: Consultar Vegetação.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar o tipo de vegetação através da opção “Consultar Vegetação”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo os tipos de vegetação cadastrados. Para encontrar o tipo de vegetação pesquisado, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 20. Caso de Uso: Consultar Vento.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador poderá pesquisar a direção do vento através da opção “Consultar Vento”. Ao selecionar esta opção, é apresentada uma lista contendo as direções do vento cadastradas. Para encontrar a direção do vento pesquisada, o administrador conta com um sistema de busca através da letra inicial ou através da paginação, sendo que são exibidos dez registros por página.

Tabela 21. Caso de Uso: Emitir Índice IV/MP.

Atores	Administrador, usuário e visitante
Pré-condição	Não possui.
Descrição	Selecionando a opção “Índice IV/MP de Vulnerabilidade das Dunas”, o administrador, o usuário ou o visitante deverá escolher a praia, o segmento e a data de avaliação. É permitido a escolha de mais de um levantamento de campo. A partir daí, serão apresentados as pontuações das categorias de A a E e o percentual destas categorias (no caso de selecionar apenas um levantamento), o IV (Índice de Vulnerabilidade), o MP (Índice de Medida de Proteção), a razão IV/MP, que determina a estabilidade do sistema de dunas, e os gráficos <i>columnnar</i> e em “U”.

Tabela 22. Caso de Uso: Fazer Análise Temporal.

Atores	Administrador, usuário e visitante
Pré-condição	Não possui.
Descrição	Selecionando a opção “Análise da Evolução Temporal do Índice IV/MP”, o administrador, o usuário ou o visitante deverá escolher a praia e o segmento. Caso queira fazer uma filtragem nos dados a serem obtidos, poderá selecionar a data de levantamento de campo inicial e final. A partir daí, é apresentado um gráfico de linhas com os índices IV/MP obtidos nos levantamentos de campo cadastrados no sistema.

Tabela 23. Caso de Uso: Manter Aporte Fluvial.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir a descrição do aporte fluvial.

Tabela 24. Caso de Uso: Manter Banco Arenoso.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir a descrição do banco arenoso.

Tabela 25. Caso de Uso: Manter Clima.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir os tipos de clima.

Tabela 26. Caso de Uso: Manter Estado.

Atores	Administrador
Pré-condição	a) O administrador deve estar autenticado no sistema. b) O país deve ser previamente cadastrado.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir os dados do estado, que são: nome do estado e país ao qual pertence.

Tabela 27. Caso de Uso: Manter Levantamento de Campo.

Atores	Administrador e usuário
Pré-condição	a) O administrador ou o usuário deve estar autenticado no sistema. b) A praia e o segmento devem ser previamente cadastrados.
Descrição	O administrador ou o usuário é responsável por inserir, alterar e excluir os parâmetros das categorias A, B, C, D e E apresentados no dicionário de dados. Para isso, seleciona-se a praia e o segmento e informa-se a data de levantamento de campo.

Tabela 28. Caso de Uso: Manter Município.

Atores	Administrador
Pré-condição	a) O administrador deve estar autenticado no sistema. b) O estado deve ser previamente cadastrado.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir os dados do município, que são: nome do município e estado ao qual pertence.

Tabela 29. Caso de Uso: Manter Oceano ou Mar.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir o nome do oceano ou mar.

Tabela 30. Caso de Uso: Manter Onda.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir o tipo de onda.

Tabela 31. Caso de Uso: Manter Ondulação.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir o tipo de ondulação.

Tabela 32. Caso de Uso: Manter País.

Atores	Administrador
Pré-condição	a) O administrador deve estar autenticado no sistema. b) O oceano ou mar deve ser previamente cadastrado.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir os dados do país, que são: nome do país e oceano ou mar ao qual pertence.

Tabela 33. Caso de Uso: Manter Praia.

Atores	Administrador e usuário
Pré-condição	a) O administrador ou o usuário deve estar autenticado no sistema. b) O município deve ser previamente cadastrado.
Descrição	O administrador ou o usuário é responsável por inserir, alterar e excluir os dados relativos a praia, que são: nome, município, localização geográfica (graus, minutos, segundos e posição), clima, largura média, comprimento, orientação, índice pluviométrico, declividade, vento predominante, amplitude de maré, ondulação predominante, tipo de praia, granulometria, características do sedimento praial, bancos arenosos, tipo de onda, aporte fluvial, vegetação predominante e nível de risco da praia. No caso do administrador, ele poderá escolher o usuário que ficará responsável pela praia.

Tabela 34. Caso de Uso: Manter Segmento.

Atores	Administrador e usuário
Pré-condição	a) O administrador ou o usuário deve estar autenticado no sistema. b) A praia deve ser previamente cadastrada.
Descrição	O administrador ou o usuário é responsável por inserir, alterar e excluir os dados relativos ao segmento, que são: nome, nome da praia a qual pertence, onde inicia e onde termina o segmento.

Tabela 35. Caso de Uso: Manter Tipo de Praia.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir o tipo de praia.

Tabela 36. Caso de Uso: Manter Usuário.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir os dados dos usuários do sistema, que são: nome, <i>e-mail</i> , <i>login</i> e perfil (administrador ou usuário propriamente dito). No caso da inserção, a senha é gerada automaticamente pelo sistema, sendo enviada para o <i>e-mail</i> do usuário cadastrado.

Tabela 37. Caso de Uso: Manter Vegetação.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir o tipo de vegetação.

Tabela 38. Caso de Uso: Manter Vento.

Atores	Administrador
Pré-condição	O administrador deve estar autenticado no sistema.
Descrição	O administrador é responsável por inserir, alterar e excluir o tipo de vento.

Tabela 39. Caso de Uso: Recuperar Senha.

Atores	Usuário
Pré-condição	Não possui.
Descrição	Quando o usuário esquecer o <i>login</i> e/ou a senha de acesso ao sistema, ele deve selecionar a opção “Recuperar Senha” e informar seu <i>e-mail</i> . O sistema irá compará-lo com os <i>e-mails</i> do banco de dados e enviará o <i>login</i> e uma nova senha para o <i>e-mail</i> do usuário.

Tabela 40. Caso de Uso: Solicitar Cadastro.

Atores	Visitante
Pré-condição	Não possui.
Descrição	O visitante solicita seu cadastro informando nome, <i>e-mail</i> , <i>login</i> e descrevendo suas atividades costeiras através de um formulário disposto na página. Recebendo esta solicitação, o administrador será responsável por cadastrar o usuário ou não.

3.3.2 Modelagem do Banco de Dados

Na modelagem do banco de dados foi utilizado o Modelo Entidade-Relacionamento, que pode ser descrito como um conjunto de objetos básicos que representam o mundo real. É dividido em modelo lógico e modelo físico (que demonstra como as informações contidas no modelo lógico serão realmente armazenadas no banco de

dados), apresentados nas Figuras 21 e 22, respectivamente. Estes modelos foram construídos com o auxílio da ferramenta CASE Power Design Data Architect 9.5.2.

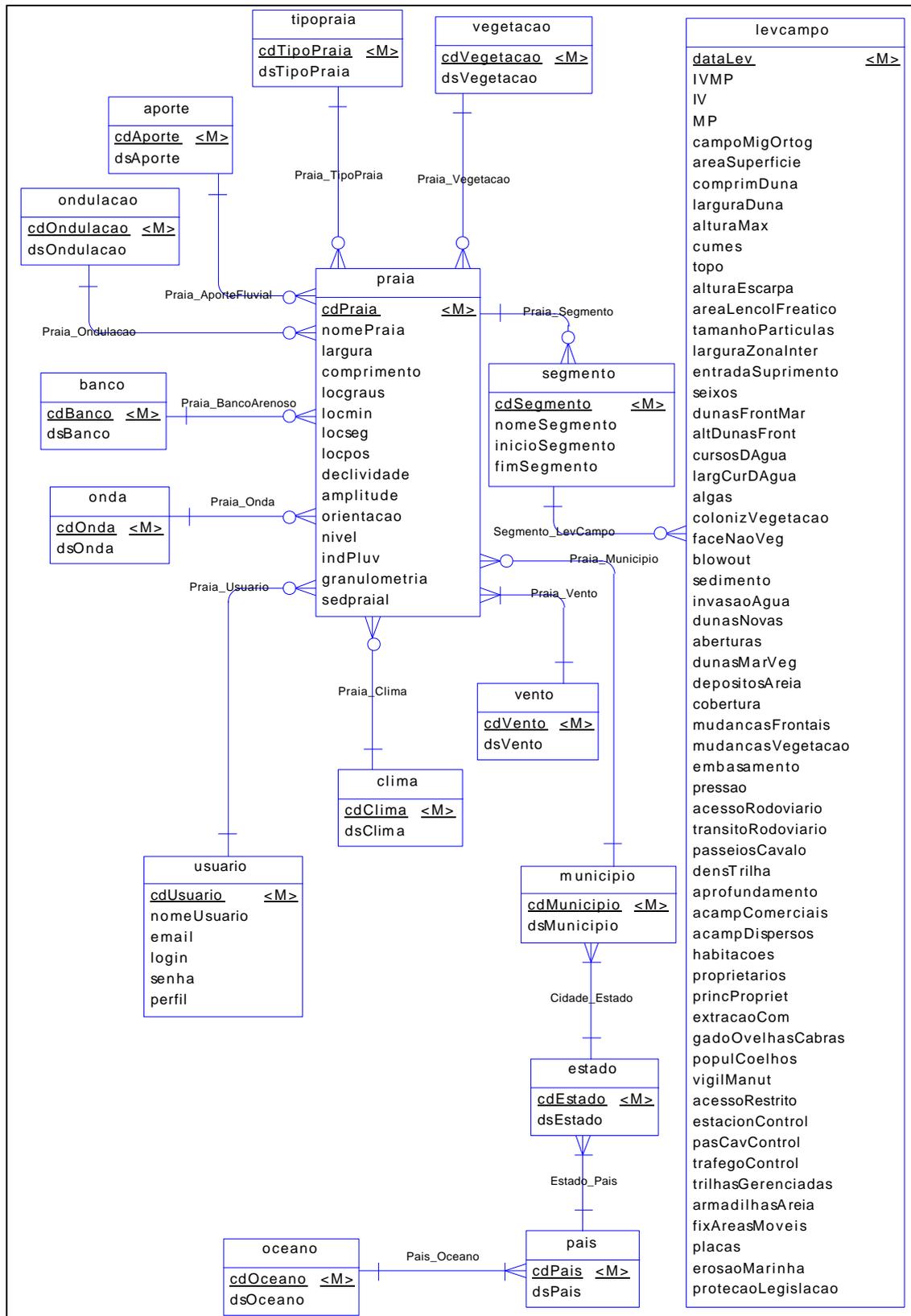


Figura 21. Modelo Lógico do Banco de Dados.

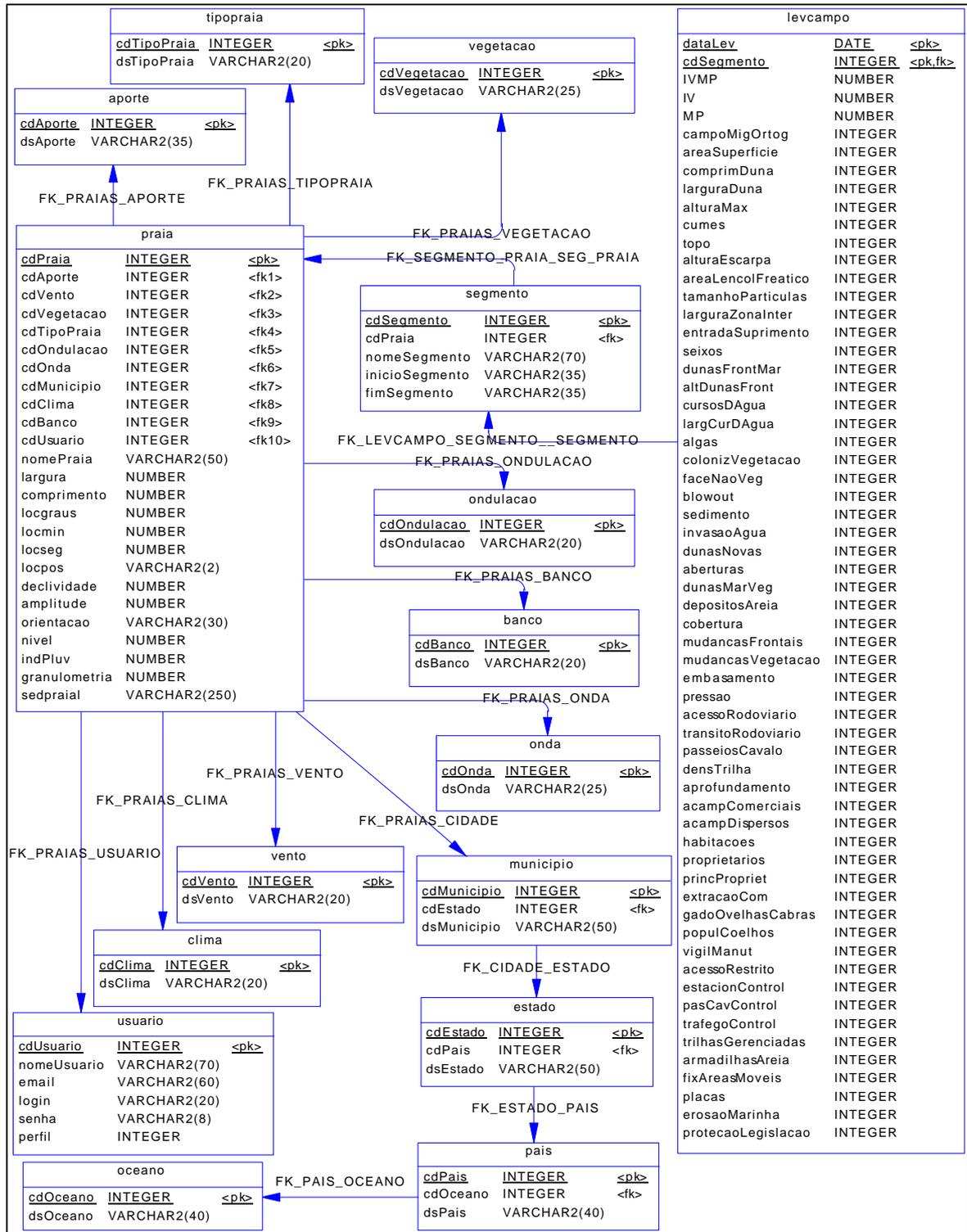


Figura 22. Modelo Físico do Banco de Dados.

A descrição das tabelas de dados utilizadas no banco de dados do sistema pode ser observada na Tabela 41. As Tabelas de 42 a 57 apresentam a descrição dos atributos destas tabelas de dados.

Tabela 41. Descrição das Tabelas de Dados utilizadas no Sistema.

NOME DA TABELA	DESCRIÇÃO
Aporte	Tabela que armazena os dados referentes ao Aporte Fluvial.
Banco	Tabela que armazena os dados referentes ao Banco Arenoso.
Clima	Tabela que armazena os dados referentes aos Climas.
Estado	Tabela que armazena os dados referentes aos Estados.
LevCampo	Tabela que armazena os dados referentes aos Levantamentos de Campo.
Municipio	Tabela que armazena os dados referentes aos Municípios.
Oceano	Tabela que armazena os dados referentes aos Oceanos.
Onda	Tabela que armazena os dados referentes aos Tipos de Onda.
Ondulacao	Tabela que armazena os dados referentes à Ondulação Predominante.
Pais	Tabela que armazena os dados referentes aos Países.
Praia	Tabela que armazena os dados referentes às Praias.
Segmento	Tabela que armazena os dados referentes aos Segmentos.
TipoPraia	Tabela que armazena os dados referentes ao Tipo de Praia.
Usuario	Tabela que armazena os dados referentes aos Usuários.
Vegetacao	Tabela que armazena os dados referentes à Vegetação Predominante.
Vento	Tabela que armazena os dados referentes ao Vento Predominante.

Tabela 42. Dicionário de Dados da Tabela Aporte.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdAporte	Inteiro	Código do Aporte – Chave Primária.
dsAporte	Alfanumérico/35	Descrição do Aporte.

Tabela 43. Dicionário de Dados da Tabela Banco.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdBanco	Inteiro	Código do Banco Arenoso – Chave Primária.
dsBanco	Alfanumérico/20	Descrição do Banco Arenoso.

Tabela 44. Dicionário de Dados da Tabela Clima.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdClima	Inteiro	Código do Clima – Chave Primária.
dsClima	Alfanumérico/20	Descrição do Clima.

Tabela 45. Dicionário de Dados da Tabela Estado.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdEstado	Inteiro	Código da Estado – Chave Primária.
dsEstado	Alfanumérico/50	Descrição do Estado.
cdPais	Inteiro	Código do País – Chave Estrangeira.

Tabela 46. Dicionário de Dados da Tabela LevCampo.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
dataLev	Data	Data de Levantamento de Campo – Chave Primária.
cdSegmento	Inteiro	Código do Segmento – Chave Estrangeira.
aberturas	Inteiro	Aberturas no sistema com novas dunas (%)
acampComerciais	Inteiro	Acampamentos comerciais.
acampDispersos	Inteiro	Acampamentos dispersos.
acessoRestrito	Inteiro	Área com acesso restrito (%).
acessoRodoviario	Inteiro	Acesso rodoviário.
algas	Inteiro	Algas na praia superior.
altDunasFront	Inteiro	Altura das dunas frontais carreadas pelo mar (m).
alturaEscarpa	Inteiro	Altura da escarpa (m).
alturaMax	Inteiro	Altura máxima das dunas (m).
aprofundamento	Inteiro	Aprofundamento das trilhas no sedimento.
areaLencolFreatico	Inteiro	Área de afloramento do lençol freático.
areaSuperficie	Inteiro	Área de superfície da duna (ha).
armadilhasAreia	Inteiro	Armadilhas de areia.
blowout	Inteiro	Dunas do tipo <i>blowout</i> (%).
campoMigOrtog	Inteiro	Campo de migração ortogonal.
cobertura	Inteiro	Cobertura vegetal impenetrável.
colonizVegetacao	Inteiro	Colonização da vegetação entre a duna e nível médio do mar.
comprimDuna	Inteiro	Comprimento da praia (km).
cumes	Inteiro	Se existem cumes, número de cumes principais.
cursoDAgua	Inteiro	Cursos d'água em direção à praia.
densTrilha	Inteiro	Densidade de trilhas.
depositosAreia	Inteiro	Depósitos de areia recentes colonizados por <i>Panicum racemosum</i> .
dunasFrontMar	Inteiro	Dunas frontais carreadas pelo mar (%).
dunasMarVeg	Inteiro	Dunas frontais ao mar vegetadas (%).
dunasNovas	Inteiro	Dunas embrionárias na face praial.
embasamento	Inteiro	Embasamento presente em frente à praia.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
entradaSuprimento	Inteiro	Entrada de suprimento arenoso.
erosaoMarinha	Inteiro	Se houver erosão marinha, trabalho de proteção.
estacionControl	Inteiro	Estacionamento controlado.
extracaoCom	Inteiro	Extração comercial.
faceNaoVeg	Inteiro	Face do sistema dunar não vegetada (%).
fixAreasMoveis	Inteiro	Fixação em áreas móveis das dunas (%).
gadoOvelhasCabras	Inteiro	Presença de gado/ovelhas/cabras.
habitações	Inteiro	Habitações.
invasaoAgua	Inteiro	Invasão de água salgada nas dunas.
IV	Numérico	Índice de Vulnerabilidade.
IVMP	Numérico	Índice que indica o balanço entre o nível de vulnerabilidade e as respostas de manejo.
largCurDAgua	Inteiro	Largura/extensão dos cursos d'água (m).
larguraDuna	Inteiro	Largura (extensão da faixa dunar – km)
larguraZonaInter	Inteiro	Largura da zona intermareal (m).
MP	Numérico	Índice de Medida de Proteção.
mudancasFrontais	Inteiro	Mudanças frontais desde 1940.
mudancasVegetacao	Inteiro	Mudanças na vegetação desde 1940.
pasCavControl	Inteiro	Passeios de cavalo controlados.
passeiosCavalo	Inteiro	Passeios de cavalo nas dunas
placas	Inteiro	Placas informativas.
populCoelhos	Inteiro	População de coelhos.
pressão	Inteiro	Pressão de visitantes.
princPropriet	Inteiro	Principal proprietário.
proprietários	Inteiro	Quantidade de Proprietários.
protecaoLegislacao	Inteiro	Proteção pela legislação.
sedimento	Inteiro	Sedimento provindo do continente para o sistema.
seixos	Inteiro	Seixos cobrindo a praia (%).
tamanhoParticulas	Inteiro	Tamanho das partículas da duna frontal.
topo	Inteiro	Se coberta até o topo, inclinação da duna.
trafegoControl	Inteiro	Tráfego controlado nas dunas.
transitoRodoviario	Inteiro	Trânsito rodoviário nas dunas.
trilhasGerenciadas	Inteiro	Trilhas gerenciadas.
vigilManut	Inteiro	Vigilância e manutenção.

Tabela 47. Dicionário de Dados da Tabela Municipio.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdMunicipio	Inteiro	Código do Município– Chave Primária.
dsMunicipio	Alfanumérico/50	Descrição do Município.
cdEstado	Inteiro	Código do Estado – Chave Estrangeira.

Tabela 48. Dicionário de Dados da Tabela Oceano.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdOceano	Inteiro	Código do Oceano ou Mar – Chave Primária.
dsOceano	Alfanumérico/40	Descrição do Oceano ou Mar.

Tabela 49. Dicionário de Dados da Tabela Onda.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdOnda	Inteiro	Código da Onda – Chave Primária.
dsOnda	Alfanumérico/25	Descrição da Onda.

Tabela 50. Dicionário de Dados da Tabela Ondulacao.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdOndulacao	Inteiro	Código da Ondulação Predominante – Chave Primária.
dsOndulacao	Alfanumérico/20	Descrição da Ondulação Predominante.

Tabela 51. Dicionário de Dados da Tabela Pais.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdPais	Inteiro	Código do País – Chave Primária.
dsPais	Alfanumérico/40	Descrição do País.
cdOceano	Inteiro	Código do Oceano – Chave Estrangeira.

Tabela 52. Dicionário de Dados da Tabela Praia.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdPraia	Inteiro	Código da Praia – Chave Primária.
amplitude	Numérico	Amplitude de Maré.
comprimento	Numérico	Comprimento da Praia (km).
declividade	Numérico	Declividade da Praia.
granulometria	Numérico	Granulometria (mm).
indPluv	Numérico	Índice Pluviométrico (mm/ano).
largura	Numérico	Largura Média da Praia.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
locgraus	Numérico	Localização Geográfica em Graus.
locmin	Numérico	Localização Geográfica em Minutos.
locseg	Numérico	Localização Geográfica em Segundos.
locpos	Alfanumérico/2	Localização Geográfica em Posição (N, NE, L, SE, S, SO, O ou NO).
nivel	Numérico	Nível de Risco da Praia.
nomePraia	Alfanumérico/50	Nome da Praia.
orientacao	Alfanumérico/30	Orientação da Praia, por exemplo, norte-sul.
sedpraial	Alfanumérico/250	Características do Sedimento Praial.
cdAporte	Inteiro	Código do Aporte – Chave Estrangeira.
cdBanco	Inteiro	Código do Banco Arenoso – Chave Estrangeira.
cdClima	Inteiro	Código do Clima – Chave Estrangeira.
cdMunicípio	Inteiro	Código do Município – Chave Estrangeira.
cdOnda	Inteiro	Código da Onda – Chave Estrangeira.
cdOndulacao	Inteiro	Código da Ondulação Predominante – Chave Estrangeira.
cdUsuario	Inteiro	Código do Usuário – Chave Estrangeira.
cdTipoPraia	Inteiro	Código do Tipo de Praia – Chave Estrangeira.
cdVegetacao	Inteiro	Código da Vegetação Predominante – Chave Estrangeira.
cdVento	Inteiro	Código do Vento Predominante – Chave Estrangeira.

Tabela 53. Dicionário de Dados da Tabela Segmento.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdSegmento	Inteiro	Código do Segmento – Chave Primária.
cdPraia	Inteiro	Código da Praia – Chave Estrangeira.
fimSegmento	Alfanumérico/35	Fim do segmento (em que lugar termina).
inicioSegmento	Alfanumérico/35	Início do segmento (em que lugar começa).
nomeSegmento	Alfanumérico/70	Nome do Segmento.

Tabela 54. Dicionário de Dados da Tabela TipoPraia.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdTipoPraia	Inteiro	Código do Tipo de Praia – Chave Primária.
dsTipoPraia	Alfanumérico/20	Descrição do Tipo de Praia.

Tabela 55. Dicionário de Dados da Tabela Usuario.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdUsuario	Inteiro	Código do Usuário – Chave Primária.
nomeUsuario	Alfanumérico/70	Nome do Usuário.
email	Alfanumérico/60	<i>E-mail</i> do Usuário.
login	Alfanumérico/20	<i>Login</i> do Usuário.
perfil	Inteiro	Tipo do Usuário (Administrador (1) ou Usuário propriamente dito (2)).
senha	Alfanumérico/8	Senha do Usuário.

Tabela 56. Dicionário de Dados da Tabela Vegetacao.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdVegetacao	Inteiro	Código da Vegetação Predominante – Chave Primária.
dsVegetacao	Alfanumérico/25	Descrição da Vegetação Predominante.

Tabela 57. Dicionário de Dados da Tabela Vento.

NOME DO ATRIBUTO	TIPO/TAMANHO	DESCRIÇÃO
cdVento	Inteiro	Código do Vento Predominante – Chave Primária.
dsVento	Alfanumérico/20	Descrição do Vento Predominante.

3.4 Testes e Validação

Os testes iniciaram desde a implementação do sistema. Saídas de campo reais foram inseridas para verificar os resultados numéricos e gráficos gerados pelo mesmo. À medida que se encontrava algum erro ou que se constatava mau funcionamento do sistema, este era imediatamente corrigido.

Após implementado, o sistema foi disponibilizado para o grupo de pesquisadores do Laboratório de Inteligência Aplicada, do curso de Ciência da Computação da Univali, composto por seis pessoas, que procuraram por outras falhas ou inconsistências na aplicação que não foram detectadas durante o desenvolvimento, sendo que estas falhas ou inconsistências foram analisadas e corrigidas para o bom funcionamento do mesmo. Ao finalizar os testes da parte computacional, o sistema foi validado pelo especialista e por pesquisadores e investigadores da área de gestão do litoral e processos costeiros com ênfase em gestão de sistemas de dunas e da área de aplicabilidade da pesquisa na gestão do

espaço costeiro. Estes pesquisadores possuem perfil e visão semelhante aos órgãos ambientais governamentais, que serão os futuros usuários deste sistema.

Além disso, foram feitas reuniões com o especialista onde o mesmo sugeriu mudanças relacionadas à nomenclatura dos termos utilizados, ao *layout*, ao funcionamento do sistema e a usabilidade para que o usuário compreenda melhor o modo como o mesmo trabalha. Por exemplo, a data de levantamento de campo relacionava-se com segmento, mas o sistema foi alterado para que a data se relacione com levantamento de campo, permitindo assim que um segmento seja avaliado mais de uma vez.

Duas sugestões importantes feitas pelo especialista dizem respeito aos gráficos. Com relação ao gráfico *columnar* e em U, o mesmo sugeriu que fossem apresentadas até quatro saídas de campo no mesmo gráfico, permitindo comparações entre as saídas de campo selecionadas. Já com relação ao gráfico de linhas foi incorporada a opção de preencher a data de levantamento de campo inicial e final, fazendo com que os dados apresentados sejam filtrados para melhor visualização, minimizando as informações que não são de interesse do usuário.

Dados obtidos através de saídas de campo foram inseridos no sistema com o intuito de validar tabelas e gráficos gerados pelo mesmo. Para isso, foi utilizado o trabalho desenvolvido por Fabricio Gabriel Mora intitulado “Monitoramento da Vulnerabilidade de Sistemas de Dunas Costeiras e Praias em Relação a Ações Naturais e Antrópicas: uma Ferramenta ao Manejo Integrado da Linha de Costa” (MORA, 2002). Em seu estudo, Mora analisou nove praias do litoral catarinense, são elas: praia de Barra do Sul, praia de Barra Velha, Praia Grande, praia de Navegantes, Praia Brava, praia de Taquarinhas, praia de Estaleiro, praia de Moçambique e praia da Joaquina. Estas praias foram analisadas em épocas diferentes e para cada saída de campo foram calculados os índices e construídos os gráficos *columnar* e em “U”. No total foram realizadas seis saídas de campo. Na seção 2.1.4.2 “Representação do Modelo de Vulnerabilidade” podem ser observados três exemplos reais de praias analisadas por este pesquisador, sendo que os gráficos apresentados foram gerados pelo sistema.

Outro trabalho utilizado para validação do sistema Dunas foi desenvolvido por Paola Fracasso intitulado “Sistema de Dunas Costeiras da Praia de Navegantes/Gravatá: Morfodinâmica, Usos, Riscos e Gestão” (FRACASSO, 2001). A Praia de Navegantes/Gravatá foi dividida em seis segmentos permitindo uma avaliação mais correta do sistema de dunas. No total foram feitas duas saídas de campo.

De posse destes materiais, foram inseridos no sistema todos os parâmetros necessários para gerar os resultados (em forma de tabela e gráficos). A partir daí, estes resultados foram comparados com os resultados obtidos através das saídas de campo. Esta comparação mostrou que o sistema de informação gerou os resultados corretamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este projeto descreve o desenvolvimento de um Sistema de Informação Aplicado à Web para Avaliação da Vulnerabilidade e Gerenciamento dos Sistemas de Dunas Costeiras (Figura 23), tendo como objetivo auxiliar nos procedimentos de avaliação da vulnerabilidade e suscetibilidade dos sistemas de dunas costeiras. O sistema foi desenvolvido utilizando-se a ferramenta PHP, para a criação do mesmo na *web*, e o banco de dados Oracle, para o armazenamento dos dados.

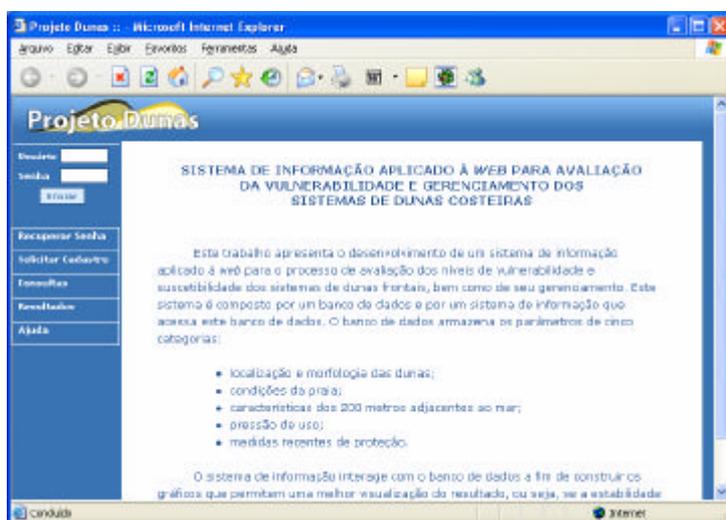


Figura 23. Tela Inicial do Sistema.

Nesta tela é apresentada uma breve descrição do sistema, além de algumas opções que o usuário poderá escolher, que são: acessar o sistema informando *login* e senha (quando possuir cadastro); recuperar *login* e/ou senha informando o *e-mail* (quando possuir cadastro); solicitar cadastro informando nome, *e-mail* e *login*; consultar os dados armazenados no sistema referentes à praia (incluindo segmentos e levantamentos de campo); consultar os resultados, ou seja, os índices e os gráficos; e consultar a ajuda.

Três tipos de usuários fazem parte do sistema: o visitante, que pode apenas solicitar cadastro e consultar os dados descritos acima; o usuário propriamente dito, que, além de poder realizar as ações feitas pelo visitante, poderá alterar seus dados pessoais e cadastrar praias, segmentos e levantamentos de campo; e o administrador, que é responsável por cadastrar novos usuários e informações relacionadas à praia (município, estado, país, oceano ou mar, aporte fluvial, banco arenoso, clima, ondulação, tipo de onda, tipo de praia, vegetação e vento).

O mapa de navegação (Figura 24) descreve as ações que os usuários poderão realizar no sistema. Algumas ações estão relacionadas ao visitante e outras ao usuário propriamente dito.

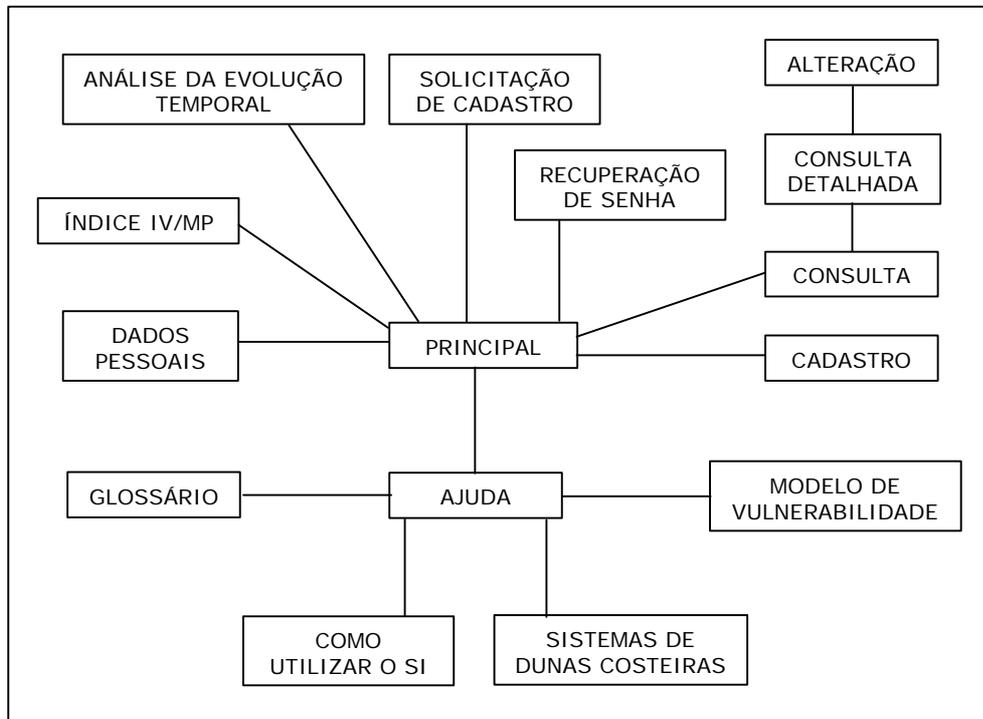


Figura 24. Mapa de Navegação.

4.1 Cadastros

O cadastro de praia, assim como o cadastro de segmento e de levantamento de campo, é indispensável para a verificação da estabilidade dos sistemas de dunas. Nele são armazenadas características da praia, que são: nome da praia, município, localização geográfica (em graus, minutos, segundos e posição), clima, comprimento (km), largura média (m), orientação, índice pluviométrico médio (mm/ano), declividade (graus), vento predominante, amplitude de maré (m), ondulação predominante, tipo de praia, granulometria (mm), características do sedimento praiial, bancos arenosos, tipo de onda, aporte fluvial, vegetação predominante e nível de risco da praia. A Figura 25 apresenta esta tela de cadastro.

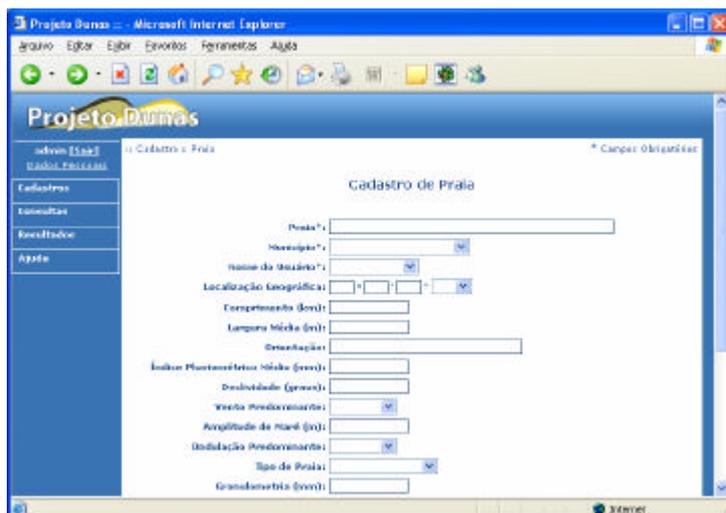


Figura 25. Tela de Cadastro de Praia.

Muitas praias possuem grande comprimento apresentando diferentes características entre um trecho e outro. Portanto são divididas em partes, chamadas segmentos, para que os administradores costeiros possam avaliá-las de modo mais eficaz.

O cadastro de segmentos serve para armazenar as informações como nome da praia onde está localizado o segmento, nome do segmento e início e término do mesmo (Figura 26).

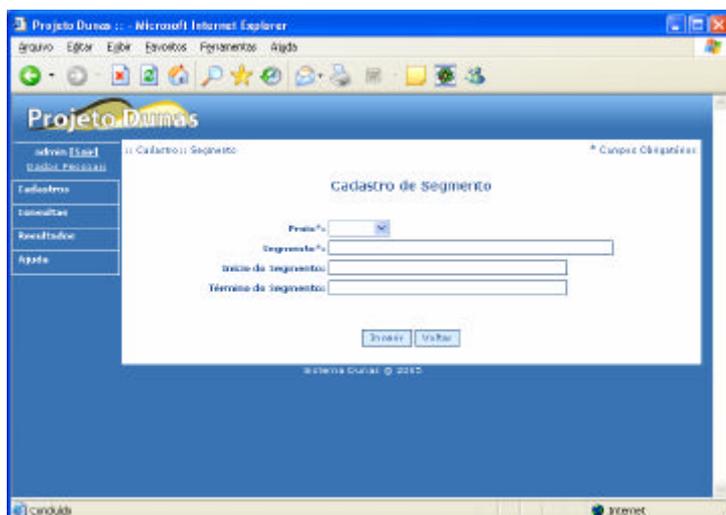


Figura 26. Tela de Cadastro de Segmento.

O terceiro dos mais importantes cadastros é o cadastro de levantamentos de campo, que serve para armazenar os parâmetros das categorias de A a E. Inicialmente, o usuário informa o nome da praia, o nome do segmento e a data do levantamento. Após pressionar o botão Enviar, o sistema apresentará as telas para cadastro dos parâmetros. Neste trabalho

somente será demonstrada a tela da categoria A (Figura 27), pois as telas das demais categorias são bastante semelhantes. Os parâmetros de todas as categorias podem ser visualizados no item “Materiais e Métodos”, subitem “Modelo de Vulnerabilidade dos Campos de Dunas”.

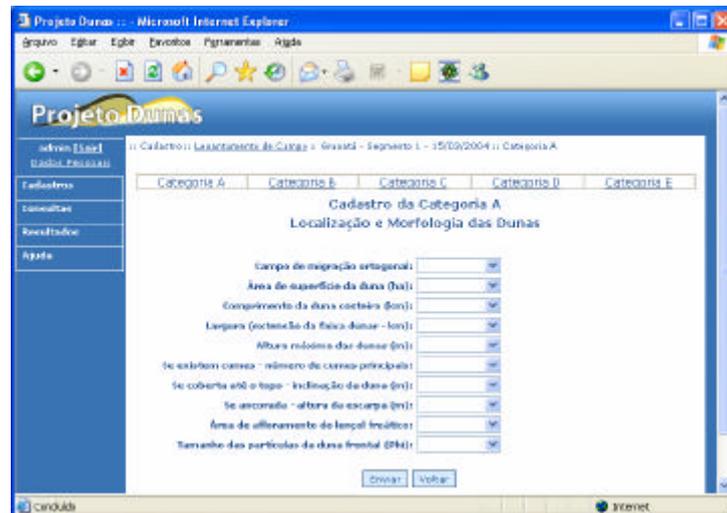


Figura 27. Tela de Cadastro da Categoria A.

Em todas as telas é informado o “caminho” do usuário, ou seja, em que local da aplicação ele está; podendo ser observado no canto superior esquerdo. Por exemplo, o seguinte caminho “:: Cadastro :: Praia” demonstra que o usuário está na opção de cadastro de praia. Já o caminho “:: Consulta :: Segmento” demonstra que o usuário está na opção de consulta de segmento.

O cadastro de usuários é de total responsabilidade do administrador, como dito anteriormente. As informações necessárias para cadastrar um usuário são: nome, *e-mail*, *login* e perfil (administrador ou usuário propriamente dito); sendo que os três primeiros campos são obtidos através da solicitação de cadastro feita pelo visitante através da página do sistema.

4.2 Consultas

Para cada tela de cadastro há uma tela de consulta. Como as telas de consulta são muito parecidas optou-se por apresentar apenas uma delas, a tela de consulta de praias (Figura 28).

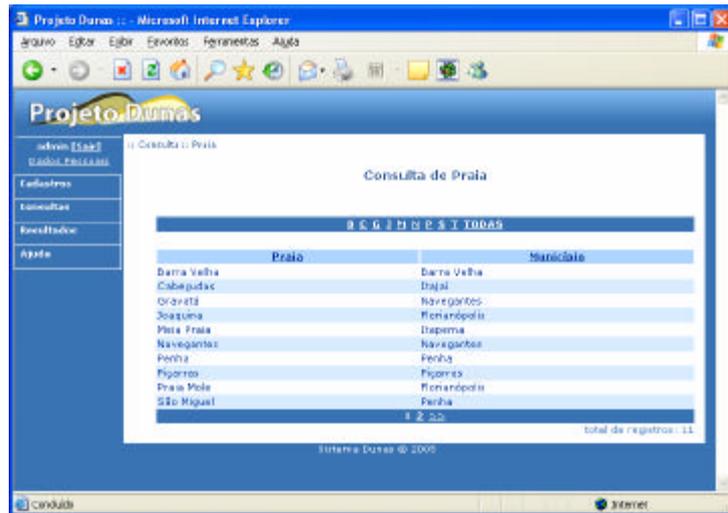


Figura 28. Tela de Consulta de Praias.

Quando o usuário acessa esta tela o sistema mostra todas as praias cadastradas em ordem alfabética junto com o município a qual pertencem, divididas em páginas de dez registros. Para encontrar de forma eficiente a praia a ser consultada, o usuário poderá selecionar o número da página, pressionar os botões anterior ou próximo, representados pelos caracteres “<<” e “>>”, respectivamente, ou selecionar a letra inicial da praia, localizada na parte superior da tela. Ao selecionar uma das praias, serão apresentadas as informações referentes a mesma, como mostra a Figura 29.

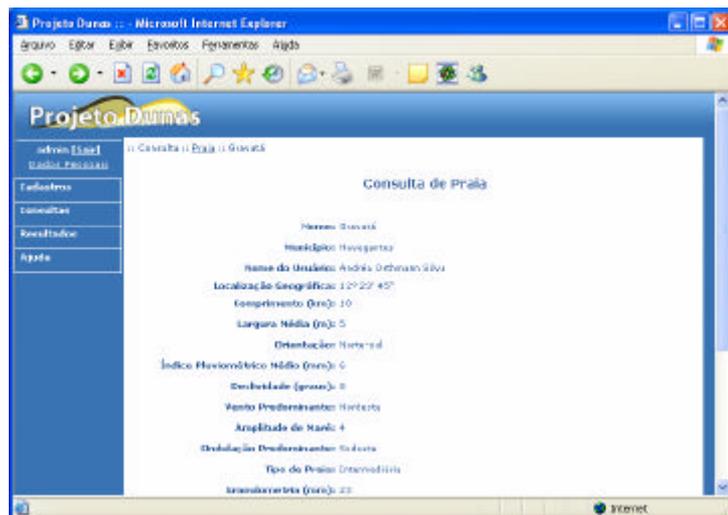


Figura 29. Tela de Consulta de Praia Detalhada.

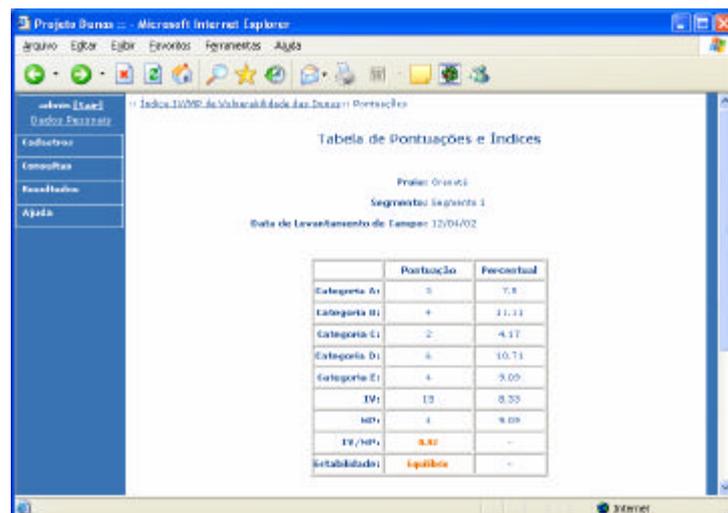
A partir desta tela, o usuário poderá alterar ou excluir as informações cadastradas. Estas operações só poderão ser realizadas pelo administrador ou quando o usuário que

deseja fazê-las é o mesmo usuário que cadastrou a praia. A tela de alteração é semelhante a tela de cadastro.

4.3 Resultados

O sistema possui dois tipos de resultados, o índice IV/MP de vulnerabilidade das dunas e análise da evolução temporal do índice IV/MP. Em relação ao primeiro tipo citado, para que os resultados sejam apresentados, é necessário escolher pelo menos uma praia, um segmento e a data de levantamento de campo deste segmento. Pressionando-se o botão Consultar Informações, os dados selecionados aparecerão abaixo dos botões. Pressionando-se em seguida o botão Visualizar Informações, serão apresentados uma tabela (com as pontuações e porcentagens de cada categoria e os índices IV, MP e IV/MP) e dois gráficos (*columnar* e em U), permitindo ao usuário verificar a estabilidade do sistema de dunas. A Figura 30 mostra os resultados obtidos em forma de tabela.

O usuário poderá selecionar até quatro saídas de campo para gerar os resultados num mesmo gráfico. Deste modo, a tabela apresentará somente os índices citados anteriormente. Sendo que a identificação de cada saída de campo receberá uma cor diferente, correspondendo a cor da linha utilizada nos dois gráficos. Os gráficos com mais de uma saída de campo são apresentados na Figura 31.



Projeto Dunas - Microsoft Internet Explorer

Índice IV/MP de Vulnerabilidade das Dunas - Pontuação

Tabela de Pontuações e Índices

Pratia Grande

Segmento Saída 1

Data de Levantamento de Campo: 12/04/02

	Pontuação	Porcentual
Categoria A:	5	7.8
Categoria B:	4	11.11
Categoria C:	3	4.17
Categoria D:	2	10.71
Categoria E:	1	9.09
IV:	13	8.55
MP:	4	9.09
IV/MP:	3.42	-
Estabilidade:	Equilibrada	-

Figura 30. Tela de Resultados - tabela de pontuações e índices.

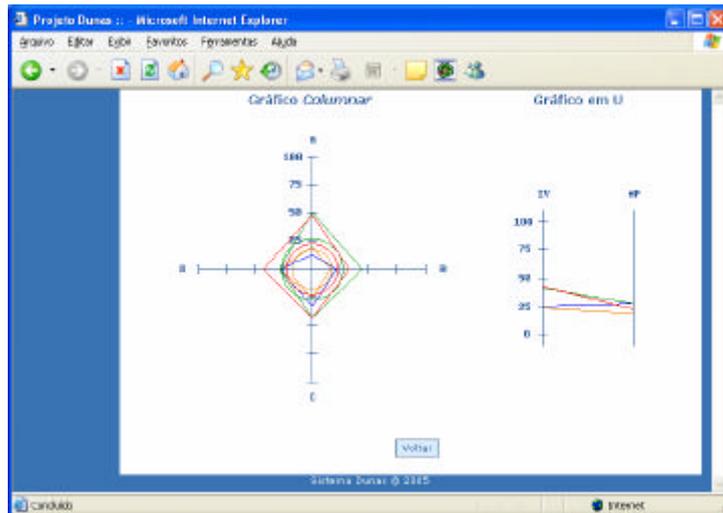


Figura 31. Tela de Resultados com mais de uma saída de campo - gráficos.

Com relação à análise da evolução temporal (Figura 32), é necessário escolher uma praia e um segmento para que o sistema apresente um gráfico de linhas com os índices IV/MP do segmento selecionado. O usuário poderá informar uma data inicial e uma data final de levantamento de campo para filtrar os dados apresentados.

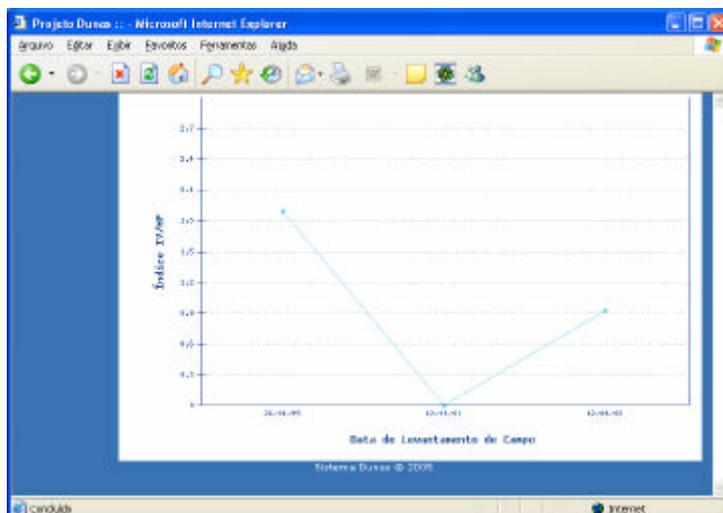


Figura 32. Tela da Análise da Evolução Temporal.

4.4 Ajuda

A tela de ajuda oferece ao usuário textos explicativos sobre como utilizar o sistema de informação, sobre as dunas, a importância das mesmas, como conservá-las, sobre o

modelo de vulnerabilidade, suas categorias, como devem ser calculados e representados os índices e um glossário com os termos referentes à área ambiental.

A Figura 33 mostra a tela de ajuda, que apresenta os seguintes tópicos: Como Utilizar o Sistema de Informação (Opções do Menu, Cadastros, Consultas e Resultados); Sistemas de Dunas Costeiras (Flora e Fauna, Função das Dunas, Conservação das Dunas); Modelo de Vulnerabilidade dos Campos de Dunas (Categoria A: Localização e Morfologia das Dunas, Categoria B: Condições da Praia, Categoria C: Características dos 200 metros Adjacentes ao Mar, Categoria D: Pressão de Uso, Categoria E: Medidas Recentes de Proteção, Parâmetros das Categorias, Cálculo da Estabilidade do Sistema de Dunas, Representação do Modelo de Vulnerabilidade); e Glossário.

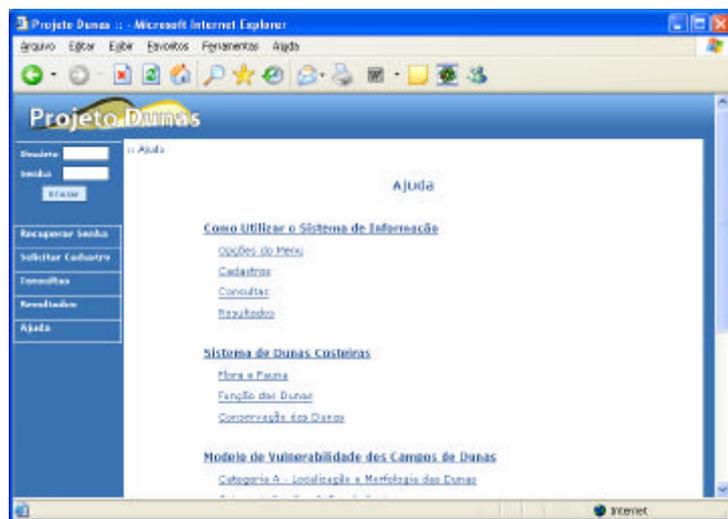


Figura 33. Tela de Ajuda.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Desenvolver um sistema de informação aplicado à *web* para auxiliar no processo de avaliação da vulnerabilidade dos sistemas de dunas costeiras foi o objetivo geral deste projeto. As ferramentas PHP e Oracle se mostraram ágeis para o desenvolvimento do mesmo. A comunicação entre elas se apresenta de forma transparente ao usuário.

Este sistema é uma continuação do trabalho intitulado “DUNAS – Sistema Inteligente para Avaliação da Vulnerabilidade e Gerenciamento dos Sistemas de Dunas Costeiras” desenvolvido por Silva (2002a) e apresenta inovações, citadas a seguir.

Com a base de dados centralizada, os usuários podem acessar suas informações de qualquer lugar a partir da internet, podendo comparar com as informações obtidas através de outros usuários do sistema.

Qualquer pessoa pode consultar os dados armazenados no sistema. Não é necessário possuir cadastro junto ao mesmo para visualizar as informações.

A ajuda do sistema possui explicações sobre como utilizar o mesmo, sobre sistemas de dunas costeiras, modelo de vulnerabilidade e como interpretar os índices e os gráficos gerados. Sendo assim, uma pessoa leiga na área também poderá entender os resultados obtidos.

Outra inovação refere-se à análise da evolução temporal, onde o usuário pode informar um período de tempo para que o sistema apresente um gráfico de linhas com a razão IV/MP de um segmento de uma praia.

Ao término deste projeto, verificou-se que os objetivos do mesmo foram totalmente alcançados. Esta ferramenta se mostrou adequada não só para administradores costeiros, mas também para estudantes que estejam interessados na proteção das dunas costeiras. Além disso, constatou-se que o Sistema Dunas pode se tornar um ponto de referência de análise de dunas ao longo do tempo.

As dunas são ambientes extremamente frágeis e com grande importância estratégica para conservação e manutenção da praia e da orla. A ferramenta desenvolvida, por ser de fácil e rápido uso, possibilita rápida interpretação do ambiente. Isto é de grande valia para os órgãos de gestão ambiental, especialmente os municipais, pois é nestes órgãos que se encontram as informações referentes às transgressões ambientais, ocupações irregulares da orla e agressões que devem ser rapidamente analisadas.

Esta ferramenta pode e deve ser melhorada, mas é papel dos órgãos ambientais governamentais alimentar e atualizar a base de dados, pois estes são responsáveis legalmente pela fiscalização e proteção dos recursos naturais.

O sistema desenvolvido será utilizado na disciplina Morfologia e Geologia Litorânea, no conteúdo referente às dunas costeiras, do curso de Oceanografia, como uma ferramenta de auxílio na proteção das mesmas.

Recomendações

Em relação a trabalhos futuros, recomenda-se o uso do Mapserver para que se tenha uma identificação visual da área em estudo e, recomenda-se também, a utilização de formulários dinâmicos no cadastro de levantamento de campo, ou seja, o usuário poderá inserir ou alterar os parâmetros das categorias de A a E. Este formulário dinâmico pode ser um importante instrumento para adequar o Sistema Dunas às várias regiões do mundo, onde são apresentados perfis de dunas diferentes.

Outra recomendação diz respeito aos testes no sistema, que devem ser feitos pelos órgãos ambientais governamentais, responsáveis por sugerir melhorias em relação ao sistema.

REFERÊNCIAS

ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia. **O que é ergonomia?** Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.

ALVEIRINHO DIAS, J. M.; CURR, R. C. F.; DAVIES, P.; PEREIRA, A. R.; WILLIAMS, A. T. **Dune vulnerability and management:** Portugal and northwest Europe. *In*: LITTORAL, 1994, Lisboa, Portugal. p. 837-848.

ARAÚJO, M. A. **Geomorfologia litoral.** Disponível em: <<http://www.lettras.up.pt/geograf/seminario/programa.html>>. Acesso em: 14 set. 2003.

BARBIERI, C. **Modelagem de dados.** Rio de Janeiro: Infobook, 1994. 270 p.

BARBOSA, L. M. As dunas da foz do rio São Francisco. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.32, n.188, p.72-75, nov. 2002.

BARROW, C. F. **Environmental management:** principles and practice. New York: Routledge, 1999. 337 p.

BODÉRÉ, J. C.; CRIBB, R.; CURR, R. C. F.; DAVIES, P.; HALLEGOUET, B.; MEUR, C.; PIROU, N; WILLIAMS, A. T.; YONI, C. **La gestion des millieux dunaires littoraux. Evaluation de leur vulnerabilite a partir d'une liste de controle. Etude cas dans le sud de Pays de Galles et en Bretagne Occidentale.** *Norois*, 1991. 38, n° 151. p. 279-298.

BRASIL – **Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial.** Ministério do Meio Ambiente, 1999. 6 p.

BRASIL. Decreto-lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.** Londrina, 1988.

CARTER, R. W. G. **Coastal environments:** an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. London: Academic Press, 1995. 617 p.

CASTAGNETTO, J. M.; RAWAT, H.; SCHUMANN, S.; SCOLLO, C.; VELIATH, D. **Professional PHP – Programando.** Tradutor: Equipe Makron Books de Tradução Técnica. São Paulo: Makron Books, 2001. 770 p.

CERÍCOLA, V. O. **Oracle:** banco de dados relacional e distribuído. São Paulo: Makron Books, 1995. 448 p.

CONVERSE, T.; PARK, J. **PHP 4 a bíblia.** Tradutor: Edson Furmankiewicz, Joana Figueiredo. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 697 p.

CORTEZ F. L.; PATRÍCIO R. M. F. **Gestão ambiental**. 2000. Disponível em: <<http://mlarucci.tripod.com/trabalhos/gestamb.htm>>. Acesso em: 06 out. 2003.

COUGO, P. S. **Modelagem conceitual e projeto de bancos de dados**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. p. 284.

DIEHL, F. **Um modelo de vulnerabilidade dos sistemas de dunas para o litoral de Santa Catarina**. Proposta de Tese de Doutorado, Itajaí, 1999. 5 p.

FDEP – Florida Department of Environmental Protection. **Building back the sand dunes**. Disponível em: <<http://www.dep.state.fl.us/beaches/publications/pdf/bldgbkvw.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2003.

FENGLER, T. R. B. **Modelo de gestão ambiental na atividade hoteleira**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FERREIRA, A. S. **Contabilidade ambiental: custos ambientais – uma visão de sistema de informações**. In: SEMINÁRIO DE CONTABILIDADE AMBIENTAL, 1., 2001, Salvador. Anais... Salvador: UMA, 2001. Disponível em: <http://www.wwiuma.org.br/contab_ambiental_af.htm>. Acesso em: 06 out. 2003.

FRACASSO, P. **Sistema de dunas costeiras da praia de Navegantes/Gravatá: morfodinâmica, usos, riscos e gestão**. 2001. 167 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2001.

GONZÁLEZ, J. A. S. *et al.* **GEUME – Desenvolvimento dum sistema de gestão ambiental do contorno no Eume**. Disponível em: <<http://www.cesga.es/po/defaultP.html?Proyectos/Geume.html&2>>. Acesso em: 14 out. 2003.

GUIZZO, E. **Internet – o que é, o que oferece, como conectar-se**. São Paulo: Ática. 1999. p. 112.

HEEMANN, V. **Avaliação ergonômica de interfaces de bases de dados por meio de checklist especializado**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta97/heemann/index.html>>. Acesso em: 10 mar. 2004.

HEUSER, C. A. **Projeto de banco de dados**. 3. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzato, 2000. p. 204.

IBAMA. **Guia de chefe**. Disponível em:
<<http://www2.ibama.gov.br/unidades/guiadechefe/guia/u-5corpo.htm>>. Acesso em: 29 abr. 2003.

ISSB – Instituto Sea Shepherd do Brasil. **Ecosistemas marinhos**. Disponível em:
<<http://www.seashepherd.org.br/dunas.asp>>. Acesso em: 17 set. 2003.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação**: com Internet. Tradutor: Dalton Conde de Alencar. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC. 1999. 389 p.

LIMA, C. A. S. **Avaliação ergonômica da usabilidade do módulo de gerenciamento de arquivos do Ms Office 2000 face a usuários novatos**. 2001. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

LOPES, W. R. C. **Projeto de sistema de gestão ambiental para uma empresa de limpeza pública**. Disponível em:
<www.comcap.org.br/artigos/coleta_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 14 out. 2003.

MATIAS, A.; ALVEIRINHO DIAS, J. M.; WILLIAMS, A. T.; FERREIRA, Ó. **Vulnerabilidade das dunas da Ria Formosa**. Programa Eloise, Portugal, 1996.

MEYER, M. M. **Gestão ambiental no setor mineral**: um Estudo de Caso. 2000. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MORA, F. G. **Monitoramento da vulnerabilidade de sistemas de dunas costeiras e praias em relação a ações naturais e antrópicas**: uma ferramenta ao manejo integrado da linha de costa. 2002. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2002.

MORITZ JR, H. C. *et al.* **Projeto conhecendo as dunas**. Disponível em:
<http://www.cttmar.univali.br/~guerra/conhecendo_dunas.htm>. Acesso em: 14 set. 2003.

NASCIMENTO, J. C. L. **Sistema de gestão ambiental ETA SAJE**. Disponível em:
<http://www.embasa.ba.gov.br/sga_usa/>. Acesso em: 14 out. 2003.

NUNES, E. R. M. **Metodologia para a gestão ambiental de bacia hidrográfica com abrangência para região hidrográfica**: um Estudo de Caso do Plano Diretor do Programa Pró-Guaíba, RS. 2001. 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. Tradutor: Cid Knipel Moreira. 9. ed. São Paulo: Saraiva. 2001. 436 p.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas de informações gerenciais**: estratégicas, táticas, operacionais. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 285 p.

PARODI, A. M. Turistas recebem a missão de proteger as dunas. **A Notícia**, Joinville, jan. 2003. Disponível em: <<http://www.an.com.br/2003/jan/27/0ger.htm>>. Acesso em: 24 abr. 2003.

PIRES, J. S. R. **Projeto SIGA – sistema de gestão ambiental municipal**. Disponível em: <<http://www.lapa.ufscar.br/portugues/siga.htm>>. Acesso em: 14 out. 2003.

PHP.NET. **Manual PHP**. Disponível em: <http://br2.php.net/manual/pt_BR/getting-started.php>. Acesso em: 24 jun. 2003.

QUERCUS – Associação Nacional de Conservação da Natureza. **Litoral – equilíbrio frágil que urge preservar**. 2000. Disponível em: <<http://www.quercus.pt/praias/main.htm>>. Acesso em: 19 set. 2003.

RAMALHO, J. A. **Oracle 8i – internet**. 4. ed. São Paulo: Berkeley Brasil, 1999. 493 p.

RADÜNZ, R. C. **Sistema de informação para a avaliação de desempenho de atacados, baseado na metodologia balanced scorecard**. 2002. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SANTOS, S. **Sistema de gestão ambiental e os investimentos do setor industrial catarinense na busca de um processo de produção ecologicamente correto**. 1999. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SIGA_RSU. **Sistema interativo de gestão ambiental para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: <http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LEAMB/LEAmb%20TFC%20site%20v1/2000-2001/ASoares_CRaimundo%20sumario.pdf>. Acesso em: 16 out. 2003.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1999. 778 p.

SILVA, V. C. **Estudo das condições de saneamento do Balneário de Canasvieiras visando ao gerenciamento ambiental**. 2000. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SILVA, A. O. **DUNAS – Sistema inteligente para avaliação da vulnerabilidade e gerenciamento dos sistemas de dunas costeiras**. 2002. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Ciência da Computação, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2002a.

SILVA, C. R. O. **MAEP: um método ergopedagógico interativo de avaliação para produtos educacionais informatizados**. 2002. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002b.

SOARES, F. M. **Levantamento dos aspectos físicos-naturais da bacia do Rio Curu - CE**. Revista de Geologia, Ceará, v.17, n.1, p.52-73, 2004.

TAPADA NACIONAL DE MAFRA. **Sistema de gestão ambiental**. Disponível em: <<http://www.tapadademafra.pt/index.html>>. Acesso em: 14 out. 2003.

TINSLEY, S. **Environmental management plans demystified: a guide to ISO14001**. New York: Routledge, 2001. 250 p.

TORRES, C. E. **O PHP é a melhor opção?** Disponível em: <<http://www.phpbrasil.com/articles/article.php/id/144>>. Acesso em: 24 jun. 2003.

VELASCO, S. L. Como entender e viver o meio ambiente. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande do Sul, v.3, n.1, jul./set. 2000. Disponível em: <<http://www.fisica.furg.br/mea/remea/vol3/vol3n1.htm>>. Acesso em: 17 set. 2003.

VILES, H.; SPENCER, T. **Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast**. London: Edward Arnold, 1995. 350 p.

WIEMES, F. **Uma proposta de sistema de gestão ambiental aplicada numa empresa metal mecânica catarinense**. 1999. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

WILLIAMS, A. T.; DAVIES, P.; CURR, R. C. F.; KOHN, A.; BODÉRE, J. C.; HALLEGOUET, B.; MEUR, C.; YONI, C. **A checklist assessment of dune vulnerability and protection in Devon and Cornwall, UK**. In: Medcost 1993. Ed. Ozhan, E. METU, Ankara, Turkey, 1993. p. 186-197.

WILLIAMS, A. T.; DAVIES, P.; ALVEIRINHO DIAS, J. M.; PEREIRA, A. R.; GARCÍA MORA, M. R.; TEJADA, M. **A re-evaluation of dune vulnerability checklist parameters**. Gaia 8, 1994. p. 179-182.

WILLIAMS, A. T.; BENNETT, R. **Dune vulnerability and management in England.** Partnership in Coastal Zone Management. Samara Publishing Limited, Cardigan, 1996. p. 377-384.

WILLIAMS, A. T.; ALVEIRINHO DIAS, J.; GARCIA NOVO, F.; GARCÍA-MORA, M. R.; CURR, R.; PEREIRA A. Integrated coastal dune management: checklists. **Continental Shelf Research**, v. 21, p. 1937-1960. 2001.

ANEXOS

Anexo I – Parâmetros das Categorias

Categoria		A – Localização e Morfologia das Dunas				
Parâmetro		0	1	2	3	4
1	Campo de migração ortogonal	pequeno		médio		grande
2	Área de superfície da duna (ha)	>500		>100		<100
3	Comprimento da duna costeira (Km)	>20	>10	>5	>1	<1
4	Largura (extensão da faixa dunar - Km)	>5	>2	>1	>0,1	<0,1
5	Altura máxima das dunas (m)	>25	>10	>5	>1	<1
6a	Se existem cumes - número de cumes principais	>10	5 à 9	3 à 4	2	1
6b	Se coberta até o topo - inclinação da duna (m)	moderado		suave		íngreme
6c	Se ancorada - altura da escarpa (m)	<2		2 à 5		>5
7	Área de afloramento do lençol freático	moderada		pequena		nenhuma
8	Tamanho das partículas da duna frontal (Phi)	<= -1	0	1	2	3

Categoria		B - Condições da Praia				
Parâmetro		0	1	2	3	4
1	Largura da zona intermareal (m)	>500	>100	>50	>5	<5
2	Entrada de suprimento arenoso	alta		moderada		baixa
3	Seixos cobrindo a praia (%)	0	<5	>5	>25	>50
4	Dunas frontais carregadas pelo mar (%)	0	<25	>25	>50	>75
5	Altura das dunas frontais carregadas pelo mar (%)	0	<25	>25	>50	>75
6	Cursos d'água em direção à praia	nenhum		alguns		muitos
7	Largura/extensão dos cursos d'água (m)	<2		2 à 10		>10
8	Algas na praia superior	muitas		algumas		nenhuma
9	Colonização de vegetação entre a duna e o nível médio do mar	muita		alguma		nenhuma

Categoria		C - Características dos 200m Adjacentes ao mar				
Parâmetro		0	1	2	3	4
1	Face do sistema dunar não vegetada (%)	<10	>10	>20	>40	>75
2	Dunas do tipo blowout (%)	<5	>5	>10	>20	>40
3	Sedimento provindo do continente para o sistema	pouco		algum		muito
4	Invasão de água salgada nas dunas	nenhuma		alguma		muita
5	Dunas embrionárias na face praial	>50	>25	>5	<5	0
6	Aberturas no sistema com novas dunas (%)	>75	>50	>25	>5	0
7	Dunas frontais ao mar vegetadas (%)	>90	>60	>30	>10	<10
8	Depósitos de areia recentes colonizados por <i>Panicum racemosum</i>	muitos		alguns		nenhum
9	Cobertura vegetal impenetrável	alguma		pequena		nenhuma/ muita
10	Mudanças frontais desde 1940	aumentaram		oscilaram		regrediram
11	Mudanças na vegetação desde 1940	aumentou		oscilou		diminuiu
12	Embasamento presente em frente à praia	nenhum		pequeno		grande

Categoria		D - Pressão de Uso				
Parâmetro		0	1	2	3	4
1	Pressão de visitantes	baixa		moderada		alta
2	Acesso rodoviário	nenhum		razoável		bom
3	Trânsito rodoviário nas dunas	nenhum		algum		intenso
4	Passeio de cavalos nas dunas	nenhum		algum		intenso
5	Densidade de trilhas	baixa		média		alta
6	Aprofundamento das trilhas no sedimento	pequeno		médio		profundo
7	Acampamentos comerciais	pequenos		alguns		muitos
8	Acampamentos dispersos	pequenos		alguns		muitos
9	Habitações	poucas		algumas		muitas
10	Proprietários	um		alguns		muitos
11	Principal proprietário	proteção ambiental		público		privado
12	Extração comercial	nenhuma		alguma		muita
13	Presença de gado/ovelhas/cabras	nenhuma		alguma		muita
14	População de coelhos	pequena		moderada		grande

Categoria		E - Medidas Recentes de Proteção				
Parâmetro		0	1	2	3	4
1	Vigilância e manutenção	nenhuma		alguma		muita
2	Área com acesso restrito (%)	0	<10	>10	>25	>50
3	Estacionamento controlado	nenhum		algum		todos
4	Passeios de cavalo controlados	nenhum		algum		todos
5	Tráfego controlado nas dunas	nenhum		algum		todo
6	Trilhas gerenciadas	nenhuma		algumas		todas
7	Armadilhas de areia	poucas		algumas		muitas
8	Fixação em áreas móveis das dunas (%)	0	<10	>10	>25	>50
9	Placas informativas	nenhuma		algumas		muitas
10	Se houver erosão marinha - trabalho de proteção	nenhum		algum		muitos
11	Proteção pela legislação	fraca		moderada		forte

Anexo II – Artigos publicados

International Coastal Symposium – ICS'04

(Itajaí – Santa Catarina, março/2004)

Dunes – Intelligent System for Evaluation of Vulnerability and
Management of the Coastal Dunes Systems

DUNES – INTELLIGENT SYSTEM FOR EVALUATION OF VULNERABILITY AND MANAGEMENT OF THE COASTAL DUNES SYSTEMS

A. O. Silva†, A. M. da R. Fernandes‡ and F. L. Diehl§
Group of Applied Intelligence, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 88302-202,
Brazil.
†andy@univali.br ‡anita.fernandes@univali.br §fernando.diehl@univali.br



ABSTRACT

SILVA, A. O.; FERNANDES, A. M. da R. and DIEHL, F. L., 2003. DUNES – Intelligent System for Evaluation of Vulnerability and Management of the Coastal Dunes Systems. Journal of Coastal Research, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium). Itajaí, SC – Brazil, ISSN 0749-0208

This paper presents the development of an intelligent system for the process of evaluation of the vulnerability and susceptibility levels of the frontal dune systems, as well as of its management. This system consists of a database, an expert system that makes the inferences about the database and a matching table where the inferences results are presented. The database was built for storing the parameters of five categories: dune morphology and location, beach conditions, features of 200 meters contiguous to the sea, pressure of use and recent protection precautions. The expert system interacts with the database to take a decision, and this decision is based on a proposal that uses the fuzzy logic and it needs to be tested and to be validated. Based on the results of the evaluation, the matching table was built, where the resultant indices of one determined beach can be compared with the results previously gotten by the system. Besides developing this system using concepts of the classic logic, a system in parallel was built using concepts of the fuzzy logic to try to justify better the results to the specialist's thought.

ADDITIONAL INDEX WORDS: *Artificial Intelligence.*

INTRODUCTION

In the majority of the countries the coastal zone is being intensely occupied, mainly in the last decades. The uses and conflicts verified in this region are multiple, which only increase the environmental degradation of these sensitive areas of the planet. In world-wide level, the coastal regions shelter more than half of the populous contingent, this because they present enormous social and economic attractive, besides landscape and climatic. This populous concentration in the fragile ecosystems that understand the littoral zone is compromising their natural features.

To not accelerate this process of shorelines occupation and its consequent environmental degradation, it is important to adopt strategies that aim to manage these important areas of the planet. The Environment Department, through the Territorial Environmental Management Program, is trying to define strategies to establish a management plan of the Brazilian maritime edge, called Edge Project. This project has as objective to promote the integrated management of the maritime edge, aiming at the bearing of its occupation and of the use of its environmental resources, considering the articulation among the sectors to the government level and these with the society. (BRASIL, 2000).

The important ecosystems found in the littoral regions can be preserved through some measures, however, are almost inexistent the forms of evaluating the levels of environmental compromise and/or vulnerability of these coastal ecosystems. BODÉRÉ et. al. (1991) and WILLIAMS et.

al. (1993) defined an evaluation methodology of vulnerability levels of the dune fields for northwestern beaches of Europe, more specifically the United Kingdom and France. Later, this model was tested with positive results in Spain and Portugal. (ALVEIRINHO DIAS *et al.*, 1994).

In order to aid the vulnerability and management evaluation process of the dune fields in Santa Catarina coast, this paper proposes the development of an intelligent system based on experts systems from the vulnerability model proposed by BODÉRÉ et al. (1991) and WILLIAMS et al. (1993), where the definite parameters are classified in five categories: location and dune morphology; beach conditions; features of 200 meters contiguous to the sea; pressure of use and recent protection precautions. After the evaluation of each parameter that composes the checklist, the vulnerability index is calculated, which supplies the evaluation of the vulnerability and management of a specific dune field, intimately related to the fragility of the beach systems.

This intelligent system was developed using the Delphi tool, used in the database management, in the development of the expert system and the matching table. The database contains the general information of the area in study, as well as the data about each evaluation, with supplied scores and the indexes, besides the resultant evaluation. This secular accompaniment allows that the “decision makers”

verify the evolution of the vulnerability and the management of the area in question.

The expert system has the function to cross the results of the scores and the vulnerability index in order to supply the evaluation of the area.

The final product of the present paper is the definition of an agile and simplified method for the evaluation of the susceptibility and fragility levels of the beach systems, that constitutes in a fundamental tool to the "decision makers" for the accomplishment of diagnostics about the coastal zones.

METHODS

The methodology followed for the development of the present project is based on the following aspects:

- ? Bibliographical Survey - study of the concepts of Artificial Intelligence, more specifically of Specialists Systems and what this technique involves, the Knowledge Acquisition and the Representation of the same thing. Moreover, study of the concepts related to the vulnerability and management of the coastal dune systems;
- ? Study of the problem to be investigated for the problem resolution of adequate form;
- ? Study of the Delphi tool for the creation of the database, the expert system and the comparison table;
- ? Study of the ergonomic criteria to generate a friendly interface, moreover, meetings with the person who orientates and the person who co-orientates the project had been made so that this objective was reached by complete;
- ? Knowledge acquisition - this was made through interviews with the person who orientates the project for the construction of the knowledge base, being this the base that "feeds" the expert system;
- ? Specification and implementation of the system:
 - Database: after the study of the Delphi tool the database was constructed, being that the data to be stored had been acquired through the person who co-orientates;
 - Expert System (ES): from the data stored in the database the expert system was made, that consisted in a proposal where ES uses the diffuse logic to present a solution. For this, aleatory rules had been chosen in order to generate the results that supply the dunes evaluation;
 - Comparison Table: composed of an aerial photo of the beach (if available) and for one table that shows the segment name, the date of evaluation, IV/MP index and if the segment is in balance or not, allowing to the user a comparison with the gotten results previously;
 - Validation and system test - the intelligent system of this project was tested and validated through the person who co-orientates, but the expert system is a proposal that must be validated and be tested.

RESULTS

This intelligent system presented to be simple and agile in the evaluation of the fragility and susceptibility levels of the beach systems, becoming a basic tool to the decision makers to verify the evolution of the vulnerability and management of the coastal dune systems.

The user makes use of a results screen that contains the punctuations gotten in each category, the calculated indexes that demonstrate if the dune system is in balance or not and two graphs that help it to understand better these results. These information are available quickly by the system. If they were gotten manually this would take much time, as well as all manual work. Soon, the developed system allows that the user takes his/her decisions with bigger rapidity, acting with more efficiency in the management of the Santa Catarina coast. Moreover, there is the comparison table and the comparative analysis (in graph form), important so that the user follows the evolution of these coastal systems.

Another important gotten result was the development of a friendly interface, through the study about ergonomics, several meetings and the changes of e-mails with the person who co-orientates and the person who orientates this project. This interface is presented of clear form, therefore being inexperienced, the user has the capacity to interact easily with the system.

DISCUSSION

The DUNES, Intelligent System for Evaluation of the Vulnerability and Management of the Coastal Dune Systems, is an intelligent system based on specialists systems that has as objective aid in the evaluation procedures of the vulnerability and susceptibility of the coastal dune systems.

This system was developed using the Delphi tool, that was used in the construction of the database, the expert system and the comparison table. Therefore, no shell was used for the development of the Expert System

After this, an opening screen is presented an introductory screen of the system, describing the use of the same thing. Then, in the menu screen, the user makes use of options to interact with the system, the Figure 1 shows.

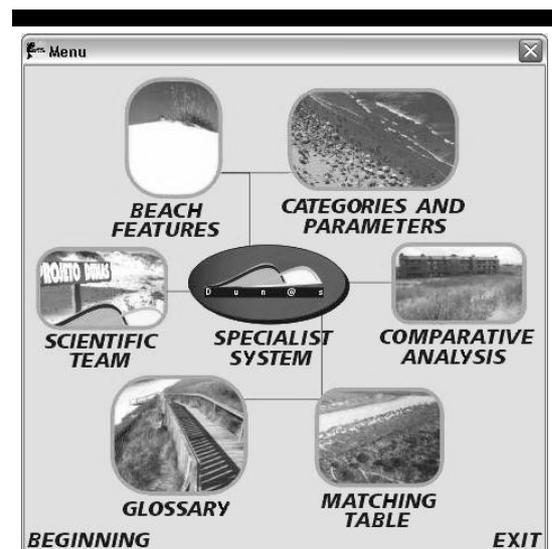


Figure 1. Menu Screen

The register of beaches features stores the general information of the same one, for example, location, climate, average width, length, type of wave, among others.

In this register, and in other register screens, the user has the possibility to consult definitive information, for example, to look for registered beaches in the system. Moreover, in the majority of the screens is possible to return to the beginning, so that the user can be situated when it is necessary. And still, in the majority of the screens is allowed their impression for better observation or comparison of results.

From this register screen there is still the option of report through a button. Pressuring this button, the screen of Beach Report will appear with all the information registered in relation to the same thing. Another report found in the system is the Results Report generated from the Results screen, that contains the calculated indexes.

After registering the segment of a beach, categories register is necessary in order to get the resultant evaluation. This can be done through the register screen of the segments and categories. These categories are divided in five and they understand the dune morphology and location, beach conditions, features of 200 meters contiguous to the sea, pressure of use and recent protection precautions.

From the information registered in the register screens of the categories, the IV/MP index is calculated. Through this index the system stability is verified, being that the same thing will be in balance when the index to result between 0,8 and 1,3. If the index is below of this interval, this means a positive imbalance and if the index is above of this interval, the system is in negative imbalance. Figure 2 shows the results screen with the generated graphs, also, from the registered information.

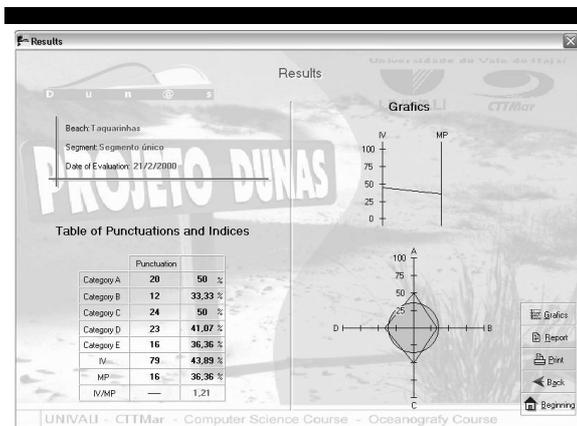


Figure 2. Results Screen

The Comparison Table contains an aerial photo of the beach (if available) and one comparison table, that allows the comparison between the calculated indexes (previously for the system) of the segments of the one determined beach. The Comparative Analysis also allows this comparison, but IV/MP indexes are presented in graph form, where the indexes of the last twenty evaluations of one determined segment are shown.

In the Glossary the user finds the explanation of the words used in this work in Oceanography area.

With relation to the expert system, a proposal was done where the same thing would use the diffuse logic "to make a decision". Thus, the modification in the register way of the categories was necessary.

The rules used in the Expert System are about the parameters combination of each category. As this combination would generate many rules, some of them were selected, classifying them in excellent, good, average, bad

or very bad. Then, the relevancy functions had been made (Table 1), where the linguistic variable available in this table (0, 2, 4 and not applicable) represent the true linguistic variable of each parameter. For example, the linguistic variables of the parameter called Orthogonal Migration Field are small, average and big; while the parameter called Arenaceous Supplement Entrance are high, moderate and low. Moreover, all the parameters can be not applicable to the determined beach. Another important point to be considered, is that the diffuse logic is only used in the not numerical variable.

Table 1: Relevancy Functions.

Linguistic variable	Relevancy Function
0	$?(x) = 1, \text{ se } x = 0$
	$?(x) = -1/2x + 1, \text{ se } 0 < x < 2$
	$?(x) = x - 1, \text{ se } 1 < x ? 2$
2	$?(x) = 1, \text{ se } x = 2$
	$?(x) = -x + 3, \text{ se } 2 < x ? 3$
	$?(x) = 1/2x - 1, \text{ se } 2 < x ? 4$
4	$?(x) = 1, \text{ se } x = 4$
	$?(x) = -x + 5, \text{ se } 4 < x < 5$
Not applicable	$?(x) = 1, \text{ se } x > 4$

From this, combinations with the classification of each category had been made. Some rules were chosen again, because they were still many. Of this combination a result considered excellent, good, average, bad or very bad was generated. The chosen rules must be the best ones to represent the current model, but they had not been tested and validated because of the little availability of time presented for the expert.

After the parameters of each category was registered, the user will be able to have access the screen of the Expert System. In this screen the user selects the beach, the segment and the evaluation date, pressures the "Evaluation" button and the system presents the result according to its "decision making".

CONCLUSION

The main objective of this project was the development of an intelligent system based on expert systems that aid in the evaluation procedures of the vulnerability and susceptibility of the coastal dune systems.

The referring stage to the intelligent system was concluded successfully, counting on a database that stores the parameters of the five categories, with IV/MP index that can show the evolution of the dune system through the time and with the graphs that help the user to verify if the system is in balance or not. Moreover, this stage was tested and validated through the person who co-orientates this project.

The matching table is composed of an aerial photo of the beach to be consulted (if available) and one table that possess the name of the segment, the evaluation date, IV/MP index and a field informing if the segment is in balance or not. This table allows the comparison of the results gotten for the system previously.

With relation to the expert system, a proposal was done where the same thing would use the diffuse logic

"to make a decision". This proposal was implemented, but it could not be tested and be validated due to little availability of time presented for the expert to conclude this stage. Therefore, the expert system must be tested and be validated, because it will be of great utility for the coastal administrators.

LITERATURE CITED

- ALVEIRINHO DIAS, J. M.; CURR, R. C. F.; DAVIES, P.; PEREIRA, AR. and WILLIAMS, AT. *Dune vulnerability and management: Portugal and northwest Europe*. In: Littoral 1994, Lisboa, Portugal, 1994. p. 26-29.
- BRASIL - *Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial*, Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- BODÉRE, J. C.; CURR, R. C. F.; DAVIES, P.; HALLEGOUET, B.; MEUR, C. PIROU, N; WILLIAMS, AT. and YONI, C. *La gestion des milieux dunaires littoraux. Evaluation de leur vulnérabilité a partir d'une liste de controle. Etude cas le sud Pays de Galles et en Bretagne Occidentale*. Norois, 1991. 38, N° 151: 279-298.
- WILLIAMS, A. T.; DAVIES, P.; CURR, R. C. F.; KOHN, A.; BODÉRE, J. C.; HALLEGOUET, B.; MEUR, C. and YONI, C. *A checklist assessment of dune vulnerability and protection in Devon and Cornwall, UK*. In: Medcost 1993 (ed). Ed. Ozhan, E. METU, Ankara, Turkey, 1993. p.186-197.

Congresso Brasileiro de Computação – CBComp 2003

(Itajaí – Santa Catarina, outubro/2003)

Sistema de Informação para Auxiliar o Processo de Avaliação da Vulnerabilidade e
Gerenciamento dos Sistemas de Dunas do Litoral Catarinense

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA AUXILIAR O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE E GERENCIAMENTO DOS SISTEMAS DE DUNAS DO LITORAL CATARINENSE

Andréa Orthmann Silva

andy@univali.br

Anita M^a da Rocha Fernandes

anita.fernandes@univali.br

Fernando Luiz Diehl

fernando.diehl@univali.br

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Rua Uruguai, 458.

Caixa Postal 360 – 88.302-202 – Itajaí – SC – Brasil

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de informação para o processo de avaliação dos níveis de vulnerabilidade e suscetibilidade dos sistemas de dunas frontais, bem como de seu gerenciamento. Este sistema é composto por um banco de dados que armazena os parâmetros de cinco categorias: localização e morfologia das dunas, condições da praia, características dos 200 metros adjacentes ao mar, pressão de uso e medidas recentes de proteção. A partir do banco de dados são calculados os índices de avaliação, fornecidos através de uma tabela e dois gráficos que ajudam o usuário a obter uma melhor compreensão. Com base nestes resultados foi construída a tabela de comparação, onde os índices resultantes de uma determinada praia podem ser comparados com os resultados obtidos anteriormente pelo sistema.

Palavras-chave: sistema de informação, vulnerabilidade, sistemas de dunas costeiras.

ABSTRACT

This paper presents the development of an information system for the process of evaluation of the vulnerability and susceptibility levels of the frontal dune systems, as well as of its management. This system is consisting of a database that it store the parameters of five categories: location and dune morphology, beach conditions, features of 200 meters contiguous to the sea, pressure of use and recent protection measures. From the database the evaluation indices are calculated, supplied through a table and two graphs that help the user to get better understanding. Based on these results the comparison table was constructed, where the resultant indices of one determined beach can be compared with the results previously gotten by the system.

Key-words: information system, vulnerability, coast dune systems.

Categoria do Artigo:

I Workshop de Tecnologia da Informação aplicada ao Meio Ambiente
Sistemas de Informações Gerenciais

1 Introdução

A zona costeira da maioria dos países vem sendo intensamente ocupada, principalmente nas últimas décadas. Os usos e conflitos verificados nesta região são múltiplos, o que somente potencializa a degradação ambiental dessas sensíveis áreas do planeta.

Em nível mundial, as regiões costeiras abrigam mais da metade do contingente populacional, isto porque apresentam enormes atrativos sociais e econômicos, além de climáticos e paisagísticos. A região costeira brasileira, com mais de 8.000 quilômetros de extensão, não foge a estas características, sendo que 32,5 milhões de habitantes (22% da população do país) vivem nos mais de trezentos municípios litorâneos (GERCO, 1998). Esta concentração populacional nos frágeis ecossistemas que compreendem a zona litorânea vem comprometendo suas características naturais.

Para “desacelerar” este processo de ocupação das linhas de costa e sua conseqüente degradação ambiental, é importante adotar estratégias que objetivem gerenciar estas importantes áreas do planeta. O Ministério do Meio Ambiente, através do Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial, vem tentando definir estratégias para estabelecer um plano de gerenciamento da orla marítima brasileira, denominado Projeto Orla. Este projeto tem por objetivo promover a gestão integrada da orla marítima, visando a sustentabilidade de sua ocupação e do uso de seus recursos ambientais, considerando a articulação entre os setores ao nível de governo e destes com a sociedade (BRASIL, 2000).

Os importantes ecossistemas encontrados nas regiões litorâneas podem ser preservados através de várias medidas, entretanto, são quase que inexistentes as formas de se avaliar os níveis de comprometimento ambiental e/ou de vulnerabilidade destes ecossistemas costeiros. Bodéré *et al.*, (1991) e Williams *et al.* (1993) definiram uma metodologia de avaliação dos níveis de vulnerabilidade dos campos de dunas para as praias do noroeste da Europa, mais precisamente Reino Unido e França. Posteriormente, este modelo foi testado com resultados positivos na Espanha e Portugal (ALVEIRINHO DIAS *et al.*, 1994). No Brasil, Diehl (1999) propõe a definição de um modelo para a caracterização da vulnerabilidade dos campos de dunas do litoral do Estado de Santa Catarina, bem como a definição de um *checklist* dos parâmetros ambientais e antrópicos,

que fundamentam a elaboração deste modelo de vulnerabilidade. A proposta elaborada por este autor tem por base o modelo adotado nas praias do noroeste europeu, com adaptações.

A fim de auxiliar o processo de avaliação da vulnerabilidade e gerenciamento dos campos de dunas do litoral catarinense, o presente projeto apresenta o desenvolvimento de um sistema de informação a partir do modelo de vulnerabilidade proposto por Diehl (1999), onde os parâmetros definidos são classificados em 5 categorias: localização e morfologia das dunas; condições da praia; características dos 200 metros adjacentes ao mar; pressão de uso e medidas recentes de proteção. Após a avaliação de cada um dos parâmetros que compõem o *checklist* (lista de controle), calcula-se o índice de vulnerabilidade, que fornece a avaliação da vulnerabilidade e gerenciamento de um determinado campo de dunas, intimamente relacionado com a fragilidade dos sistemas praias.

Este sistema de informação foi desenvolvido utilizando-se a ferramenta *Delphi*, empregada no gerenciamento do banco de dados e no desenvolvimento do sistema de informação e da tabela de comparação. O banco de dados contém as informações gerais da área em estudo, bem como os dados sobre cada avaliação, com os escores fornecidos e os indicadores, além da avaliação resultante. Através da tabela de comparação pode ser feito um acompanhamento temporal, permitindo que os “tomadores de decisão” verifiquem a evolução da vulnerabilidade e o gerenciamento da área em questão.

O produto final do presente projeto é a definição de um método simplificado e ágil para a avaliação dos níveis de fragilidade e suscetibilidade dos sistemas praias.

2 Justificativa

Dentro das ações programadas do Projeto Orla (BRASIL, 2000), tem-se como aquelas de essencial importância o estabelecimento de instrumentos de gestão da orla marítima brasileira. Considerando-se que o processo de avaliação da vulnerabilidade e gerenciamento dos campos de dunas envolve uma série de variáveis e cálculos, a Informática surge como uma alternativa rápida e eficiente para auxiliar neste processo. Assim, acredita-se que o desenvolvimento deste projeto trará grande benefício para a eficiente gestão das áreas litorâneas, em especial àqueles relacionados com a praia e os sistemas de dunas.

Salienta-se o fato de que pesquisadores do Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar - CTTMAR da área das Ciências do Mar vêm desenvolvendo desde longa data trabalhos relacionados com a fragilidade dos sistemas litorâneos, e que pretendem desenvolver projetos conjuntos com os pesquisadores do mesmo Centro de Educação, da área da Informática. Assim, o presente projeto surgiu como uma oportunidade ímpar, onde informações técnico-científicas da área ambiental poderiam ser “aproveitadas” para o desenvolvimento de técnicas extremamente aplicáveis na gestão do litoral.

3 Metodologia

A metodologia seguida para o desenvolvimento do presente projeto baseia-se nos seguintes aspectos:

- ? Levantamento bibliográfico – estudo dos conceitos de Sistema de Informação. Além disso, estudo dos conceitos relacionados à vulnerabilidade e gerenciamento dos sistemas de dunas costeiras;
- ? Estudo do problema a ser averiguado para a resolução do problema de forma adequada;
- ? Estudo da ferramenta *Delphi* para a criação do banco de dados, do sistema de informação e da tabela de comparação;
- ? Estudo dos critérios ergonômicos para gerar uma interface amigável;
- ? Especificação e implementação do sistema:
 - ? Banco de dados: após o estudo da ferramenta *Delphi* foi construído o banco de dados, sendo que os dados a serem armazenados foram adquiridos através do co-orientador;
 - ? Sistema de informação: a partir dos dados armazenados no banco de dados foi feito o sistema de informação, com a função de gerar os resultados que fornecem a avaliação das dunas;
 - ? Tabela de Comparação: composta por uma foto aérea da praia (se disponível) e por uma tabela que mostra o nome do segmento, a data de avaliação, o índice IV/MP e se o segmento está em equilíbrio ou não, permitindo ao usuário uma comparação com os resultados obtidos anteriormente;
- ? Validação e testes do sistema – feitos através do co-orientador.

4 Discussão

O DUNAS – Sistema de Informação para Auxiliar o Processo de Avaliação da Vulnerabilidade e Gerenciamento dos Sistemas de Dunas do Litoral Catarinense (Figura 1) – é um sistema de informação que tem como objetivo auxiliar nos procedimentos de avaliação da vulnerabilidade e suscetibilidade dos sistemas de dunas costeiras.



Figura 1. Tela de abertura do DUNAS.

Este sistema foi desenvolvido utilizando-se a ferramenta *Delphi*, que por sua vez foi empregada na construção do banco de dados, do sistema de informação e da tabela de comparação.

Após a tela de abertura (Figura 1) é apresentada uma tela introdutória do sistema, descrevendo a utilização do mesmo. Em seguida, na tela de menu, o usuário dispõe de opções para interagir com o sistema, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Tela de Menu.

O cadastro de características das praias armazena as informações gerais da mesma, como por exemplo, localização, clima, largura média, comprimento, tipo de onda, entre outras (Figura 3).

Figura 3. Tela de Cadastro das Características da Praia.

Nesta tela mostrada na Figura 3, e nas demais telas de cadastro, o usuário tem a possibilidade de consultar determinada informação, por exemplo, procurar as praias cadastradas no sistema. Além disso, na maioria das telas é possível retornar ao início, para que o usuário possa se localizar quando for necessário. E ainda, na maioria das telas é permitida a impressão das mesmas para melhor observação ou comparação de resultados.

Ainda a partir desta tela há a opção de relatório através de um botão. Pressionando-se este botão, aparecerá a tela de Relatório de Praias com todas as informações cadastradas em relação à mesma. Outro relatório encontrado no sistema é o Relatório de Resultados, gerado a partir da tela de Resultados, que contém os índices calculados.

Após cadastrar o segmento de uma praia, é necessário o cadastro das categorias para se obter a avaliação resultante. Isto pode ser feito através da tela de cadastro dos segmentos e categorias. Estas categorias estão divididas em cinco e compreendem a localização e morfologia das dunas, as condições da praia, as características dos 200 metros adjacentes ao mar, a pressão de uso e as medidas recentes de proteção. A Figura 4 apresenta a tela de Cadastro da Categoria A, as telas das demais categorias não estão dispostas neste artigo por serem muito semelhantes.

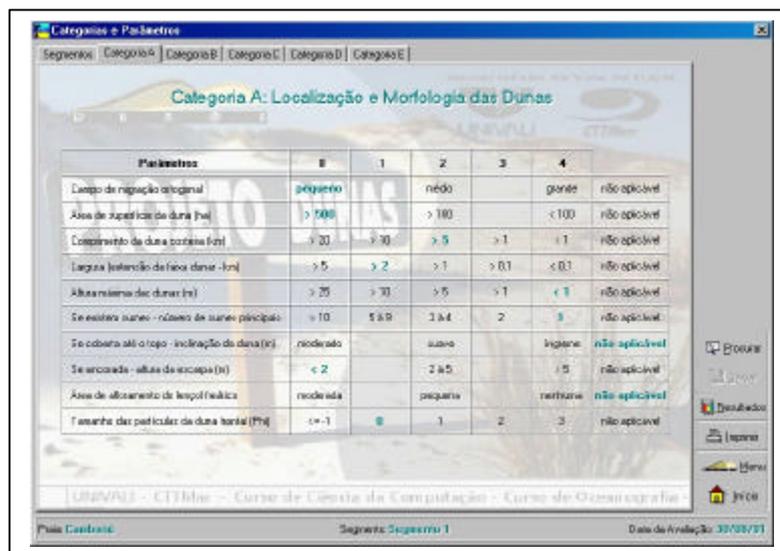


Figura 4. Tela de Cadastro da Categoria A.

A partir das informações cadastradas nas telas de cadastro das categorias é calculado o índice IV/MP. Através deste índice verifica-se a estabilidade do sistema, sendo que o mesmo estará em equilíbrio quando o índice resultar entre 0,8 e 1,3. Se o índice estiver abaixo deste intervalo, isto significa um desequilíbrio positivo e se o índice estiver acima deste intervalo, o sistema estará em desequilíbrio negativo. A Figura 5 mostra a tela de resultados com os gráficos gerados, também, a partir das informações cadastradas.

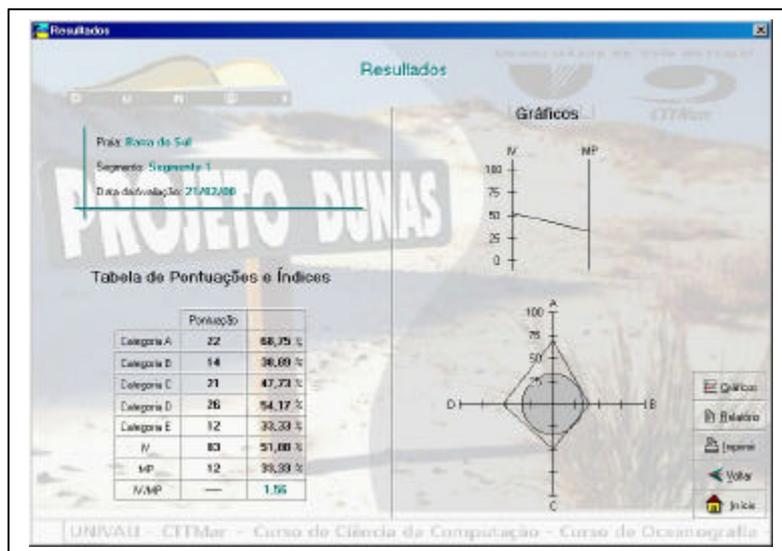


Figura 5. Tela de Resultados.

A Tabela de Comparação contém uma foto aérea da praia (se disponível) e uma tabela de comparação, que permite a comparação entre os índices calculados (anteriormente pelo sistema) dos segmentos de uma determinada praia. A Análise Comparativa também permite esta comparação, mas os índices IV/MP são apresentados em forma de gráfico, onde são mostrados os índices das vinte últimas avaliações de um determinado segmento.

No Glossário o usuário encontra a explicação das palavras na área de Oceanografia utilizadas neste trabalho.

5 Resultados

O usuário dispõe de uma tela de resultados que contém as pontuações obtidas em cada categoria, os índices calculados que demonstram se o sistema de dunas está em equilíbrio ou não e dois gráficos que o ajudam a compreender melhor estes resultados.

Além disso, há a tabela de comparação e a análise comparativa (em forma de gráfico), importantes para que o usuário acompanhe a evolução destes sistemas costeiros.

Outro importante resultado obtido foi o desenvolvimento de uma interface amigável, discutida através de várias reuniões e trocas de e-mail com o co-orientador e a orientadora deste projeto.

6 Conclusão

O principal objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de um sistema de informação que auxilie nos procedimentos de avaliação da vulnerabilidade e suscetibilidade dos sistemas de dunas costeiras.

Este sistema inteligente foi concluído com sucesso, contando com um banco de dados que armazena os parâmetros das cinco categorias, com o índice IV/MP que pode retratar a evolução do sistema de dunas através do tempo e com os gráficos que ajudam o usuário a verificar se o sistema está em equilíbrio ou não. Além disso, este sistema foi testado e validado através do co-orientador deste projeto.

A tabela de comparação é composta por uma foto aérea da praia a ser consultada (se disponível) e por uma tabela que possui o nome do segmento, a data de avaliação, o índice IV/MP e um campo informando se o segmento está em equilíbrio ou não. Esta tabela permite a comparação dos resultados obtidos anteriormente pelo sistema.

7 Referências Bibliográficas

ALVEIRINHO DIAS, J. M.; CURR, R. C. F.; DAVIES, P.; PEREIRA, AR.; WILLIAMS, AT. **Dune vulnerability and management: Portugal and northwest Europe**. In: Littoral 1994, Lisboa, Portugal, 1994. p. 26-29.

BODÉRE, J. C.; CURR, R. C. F.; DAVIES, P.; HALLEGOUET, B.; MEUR, C. PIROU, N; WILLIAMS, AT.; YONI, C. **La gestion des milieux dunaires littoraux. Evaluation de leur vulnérabilité a partir d'une liste de controle. Etude cas le sud Pays de Galles et en Bretagne Occidentale**. Norois, 1991. 38, N° 151: 279-298.

BRASIL - **Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial**, Ministério do Meio Ambiente, 2000.

DIEHL, F. L. **Um Modelo de Vulnerabilidade dos Sistemas de Dunas para o Litoral de Santa Catarina**. Proposta de Tese de Doutorado, Itajaí, 1999. 5 p.

GERCO – **Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro**, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e a Amazônia Legal, Brasília, dezembro de 1998.

WILLIAMS, A. T.; DAVIES, P.; CURR, R. C. F.; KOHN, A.; BODÉRE, J. C.; HALLEGOUET, B.; MEUR, C.; YONI, C. **A checklist assessment of dune vulnerability and protection in Devon and Cornwall, UK**. In: Medcost 1993 (ed). Ed. Ozhan, E. METU, Ankara, Turkey, 1993. p.186-197.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)