

PYRAMON ACCIOLY

**O USO DE BANCO DE DADOS E GEOFERRAMENTAS PARA A
GESTÃO DE DADOS ORIUNDOS DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA
(ESTUDO DE CASO)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Manejo Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

CURITIBA

2006

*A minha família,
Aos meus amigos,
A Deus.*
DEDICO.

BIOGRAFIA

PYRAMON ACCIOLY, filho de Júlio César Accioly e Maria Emília Scharz Accioly, nasceu em Petrópolis, Estado do Rio de Janeiro, aos vinte de setembro de 1980.

Cursou o segundo grau no Colégio Estadual do Paraná, Curitiba e em 2004 recebeu o grau de Engenheiro Florestal, conferido pela Universidade Federal do Paraná.

Em 2004 ingressou no programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração em Manejo Florestal, que encerra com a defesa do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Tenho o imensurável prazer de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram direta e indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, que com nossas descobertas de afinidades com viagens, motos e música, passo a chamá-lo de amigo e parceiro e que em infinitas conversas, compartilhando histórias, piadas e conhecimentos, me ajudou e me aconselhou na minha formação profissional e humana. Obrigado Mestre!!!

Ao meu orientador acadêmico Dr. Flávio Felipe Kirchner, que não apenas me orientou durante minha formação acadêmica, mas que também abriu as portas para minha vida profissional me aceitando como estagiário em seu laboratório compartilhando seu conhecimento com minha pessoa.

Ao Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) e todos seus integrantes que me deram total suporte técnico e financeiro para realização deste trabalho, além de nele ter conhecido pessoas maravilhosas e motivadas por um sentimento quase esquecido e que se faz compartilhar quando junto a elas: o amor pelo que se faz.

Ao amigo Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan que além de compartilhar seu conhecimento e atenção, sempre me apoiou e me inseriu em dezenas de trabalhos que concretizamos com sucesso. Valeu Roder!!!

A todos os professores e funcionários do Curso de Engenharia Florestal que nunca hesitaram em ajudar tanto na parte técnica quanto na parte burocrática.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa durante a realização deste mestrado.

Aos meus amigos Marcão e Emerson que me ensinaram muito do que sei na área de Geoprocessamento, banco de dados e informática, além de sua amizade e confiança.

A minha namorada Lucia, à qual não sei como agradecer, pela paciência, incentivo, ajuda e amor. E que, dentre muitos acordes no violão, beijos e Cabernet's me ensinou o amor e o carinho pela vida, que me fazem refletir todos os dias sobre os valores da humanidade. Obrigado Lu, TE AMO MUITO!!!!

Um agradecimento especial à família Schmidlin que sempre me deu muito carinho, atenção e momentos maravilhosos. Obrigado Vita, D^a Dulce e Paulo!!!

A todos os meus amigos que talvez não saibam o quanto são meus amigos devido minha displicência em cativá-los, não os deixando perceber o amor que lhes tenho. Um agradecimento especial à galera do SOLAR. AMO VOCÊS!!!

O maior de todos os agradecimentos à minha família que me educa, me apóia e me faz ser quem eu sou, com as longas conversas com meu pai, as gargalhadas com minha mãe, os acordes de guitarra do meu irmão mais novo e a mais sincera amizade que tenho com meu melhor amigo, meu irmão ALECO. Obrigado por serem quem vocês são.

E por fim, mas não por último, a Deus, que nos deu a vida, a natureza e o amor para desfrutarmos da forma que desejarmos.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	ix
	RESUMO	xii
	ABSTRACT	xiii
1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	ESTUDOS DE ECOSSISTEMAS	4
2.2	BANCO DE DADOS	5
2.3	PRINCIPAIS MODELOS DE BANCO DE DADOS	6
2.4	ESTRUTURA GERAL DOS SISTEMAS.....	11
2.5	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG).....	14
3	METODOLOGIA	17
3.1	ÁREA DE ESTUDO	17
3.2	BASE DE DADOS	18
3.3	DADOS ALFANUMÉRICOS	19
3.4	CONSISTÊNCIA E NORMALIZAÇÃO DOS DADOS	22
3.5	CRIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DAS TABELAS DO BANCO DE DADOS ...	24
3.6	CRIAÇÃO DOS RELACIONAMENTOS ENTRE TABELAS.....	25
3.7	INTERFACE DE TRABALHO	25
3.8	CONSULTAS E RELATÓRIOS	27
3.9	ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS	28
4	RESULTADOS	30
4.1	CONSISTÊNCIA E NORMALIZAÇÃO DOS DADOS	30
4.2	TELA INICIAL DO SISTEMA	34
4.3	INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DOS DADOS	35
4.4	VISUALIZAÇÃO DE TABELAS.....	43
4.5	INSERÇÃO DE DADOS PRIMÁRIOS	45
4.6	CONSULTAS.....	50
4.7	INTERAÇÃO COM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.	51
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	58

5.1	CONCLUSÕES.....	58
5.2	RECOMENDAÇÕES	59
	REFERÊNCIAS	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	MODELO DE BANCO DE DADOS EM REDE DE YOUNG.....	7
FIGURA 02	MODELO DE BANCO DE DADOS EM REDE DE KORTH	7
FIGURA 03	EXEMPLO DE RELACIONAMENTOS ENTRE ENTIDADES DE DIFERENTES TABELAS	8
FIGURA 04	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM BANCO DE DADOS	12
FIGURA 05	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ONDE FORAM COLETADOS OS DADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	18
FIGURA 06	FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO TRATAMENTO DAS BASES DE DADOS UTILIZADAS	20
FIGURA 07	ESTRUTURA DO RELACIONAMENTO ENTRE AS TABELAS QUE CONSTITUEM O BANCO DE DADOS CRIADO	26
FIGURA 08	ESQUEMA DE RELAÇÃO ENTRE AS TABELAS E JANELAS NA INTERFACE PRINCIPAL DO SISTEMA.....	27
FIGURA 09	EXEMPLO DE TRANSFORMAÇÃO DE UMA PLANILHA ELETRÔNICA EM TABELAS DE UM BANCO DE DADOS NORMALIZADO.....	33
FIGURA 10	INTERFACE PRINCIPAL DO SISTEMA REPRESENTADA POR SUA TELA INICIAL	34
FIGURA 11	TELA PARA INSERÇÃO DE DADOS NAS TABELAS ÁGUA, BIOMETRIA DO CAMARÃO, BIOMETRIA DO MEXILHÃO E MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO	36
FIGURA 12	TELA DE OPÇÕES PARA REGISTRO DE DADOS REFERENTES ÀS ANÁLISES QUÍMICAS OU METAIS EXISTENTES NA ÁGUA	36
FIGURA 13	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES ÀS ANÁLISES QUÍMICAS EXISTENTES NA ÁGUA.....	37
FIGURA 14	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES AOS METAIS EXISTENTES NA ÁGUA.....	37

FIGURA 15	EXEMPLO DE CAMPO CONTENDO BARRA DE ROLAGEM PARA ENTRADA DE VALORES	38
FIGURA 16	EXEMPLO DE INCLUSÃO DE UM NOVO VALOR EM CAMPO CONTENDO BARRA DE ROLAGEM.	39
FIGURA 17	TELA INICIAL DE INCLUSÃO DOS DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO CAMARÃO SETE BARBAS E BRANCO	39
FIGURA 18	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO CAMARÃO SETE BARBAS.....	40
FIGURA 19	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO CAMARÃO BRANCO	41
FIGURA 20	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO MEXILHÃO	41
FIGURA 21	TELA DE OPÇÕES DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES AO MONITORAMENTO DA PESCA.....	42
FIGURA 22	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À PRODUÇÃO DE CAMARÃO.....	43
FIGURA 23	TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À PRODUÇÃO DE PEIXES.....	44
FIGURA 24	TELA DE VISUALIZAÇÃO E ACESSO ÀS TABELAS COMPONENTES DO BANCO DE DADOS CRIADO	44
FIGURA 25	EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO DA TABELA “PESCADORES”, COMPONENTE DO BANCO DE DADOS	45
FIGURA 26	TELA CONTENDO AS TABELAS PRIMÁRIAS QUE COMPÕEM O BANCO DE DADOS.....	46
FIGURA 27	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “PESCADORES”.....	46
FIGURA 28	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “VILAS”.	47
FIGURA 29	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “LOCALIDADES”.	47
FIGURA 30	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “PEIXES”.	48

FIGURA 31	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “ARTE”	48
FIGURA 32	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “COLETORES”.....	49
FIGURA 33	TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “EMBARCAÇÕES”.....	49
FIGURA 34	EXEMPLO PARCIAL DE BUSCA REALIZADA NO BANCO DE DADOS CONTENDO VALORES DE MÚLTIPLAS TABELAS.....	51
FIGURA 35	EXEMPLO DE INTEGRAÇÃO DE DADOS ALFANUMÉRICOS E ESPACIAIS DE UM BANCO DE DADOS OBTIDO PELO USO DE UMA GEOFERRAMENTA.....	52
FIGURA 36	EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO DE UMA BUSCA, APRESENTANDO OS SÍTIOS PESQUEIROS CADASTRADOS, OBTIDOS PELO USO DE UMA GEOFERRAMENTA.....	53
FIGURA 37	VISUALIZAÇÃO DO RESULTADO DE UMA CONSULTA SOBRE A PRODUÇÃO DE CAMARÃO, EM TODOS OS SÍTIOS PESQUEIROS, DURANTE 2002, AGRUPADA EM CLASSES DE PRODUÇÃO.....	54

RESUMO

O Parque Nacional do Superagüi é um dos maiores centros nacionais de estudos na área ambiental, e gera uma quantidade enorme de dados oriundos das pesquisas nele realizadas, que contemplam os recursos naturais de flora, fauna, sítios pesqueiros, história e antropologia. Dada a incapacidade humana de interpretar tamanha quantidade de dados, muita informação e conhecimento podem estar sendo desperdiçados. Devido à evidente carência de estruturação desses dados, surgiu a necessidade de organizá-los de forma sistematizada, pela criação de um banco de dados relacional, que possibilitasse a compilação, análise e ligação desses dados com dados cartográficos gerados em diferentes pesquisas. Foi objetivo desse trabalho desenvolver um sistema computacional para a gestão de diferentes tipos de dados originados em pesquisas realizadas dentro de um parque nacional, disponibilizando as informações geradas de forma espacializada. Como resultado foi desenvolvido um sistema computacional que, por meio de um banco de dados relacional, compatibilizou diferentes tipos de dados, desenvolveu uma interface de trabalho que facilita a atualização dos dados e demonstrou a possibilidade de interação entre um banco de dados relacional contendo dados ecológicos e sócio-econômicos com uma geoferramenta. A fusão de diferentes tipos de dados permitiu a visualização espacial de informações e seus relacionamentos, possibilitando uma melhor compreensão de suas características e inter-relações. A maior contribuição desse trabalho refere-se ao desenvolvimento de um ambiente que incrementa o poder de análise de dados oriundos de pesquisas ecológicas e sócio-econômicas realizadas dentro de uma Unidade de Conservação da Natureza onde os bancos de dados relacionais constituem ferramentas adequadas para uso na elaboração de diagnósticos visando o planejamento da gestão de recursos naturais. Para o sucesso do processo de análise de dados de qualquer natureza coletados em Unidades de Conservação da Natureza, é imprescindível que sejam considerados aspectos relativos à escolha dos programas a serem utilizados dentre os disponíveis, ao tratamento dos dados, ao treinamento de pessoal e à digitação, correção e disponibilização dos dados, sendo que a etapa mais crítica do presente foi a extração dos dados da base original a partir de planilhas eletrônicas devido aos erros que foram encontrados.

Palavras-chave: banco de dados ; geoferramentas ; sistema computacional

ABSTRACT

The Superagüi National Park (Parque Nacional do Superagüi) is one of the largest ecological research centers in the country, generating a huge amount of natural research data, in fields such as botany, fauna, fishing sites, history and anthropology. Due to the human incapacity to analyze and interpret such amount of data, much of the information and knowledge it contents may be lost. The evident lack of data structure arose the need of their organization in a systematic way through the use of relational data bank, allowing the compilation, analysis and connection of them with cartographic data generated by different researches. The objective of this research was to develop a computational system to manage different types of data from researches done at a national park, showing the information generated in a spatial format. As a result a system was implemented using a relational database in which different sources of natural research data were made compatible, developed a user work interface which facilitates data updating and acquisition and demonstrated the possibility of integrating the relational database ecological and social-economics contents with a geographic information tool. The fusion of different types of data allowed a spatial visualization of the information and their relations, leading to a better understanding of their traits and inter-connections. The major contribution of the present refers to the development of an environment that increases the power of the analysis of economical and ecological data collected in a Natural Conservation Unit, where relational database constitutes a powerful tool for the diagnostics and planning of natural resources. To be successful in analyzing data from such sources is important to consider the computer programs to be used, treating the data correctly, training the personal involved and having the data stored in a consistent way. The most critical part of the presented work was the extraction of the data from the original worksheets due to the amount of errors encountered

Key words: database; computer mapping; computer system

1 INTRODUÇÃO

A região do Parque Nacional do Superagüi representa uma parcela singular no que se refere à biodiversidade. Sua importância pode ser percebida pela sobreposição de quatro categorias de manejo, pois além de Parque Nacional, está inserido na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, que vem a ser detentora das maiores porcentagens de cobertura florestal do Estado do Paraná, considerada como um dos cinco ecossistemas costeiros mais notáveis do globo terrestre (RODERJAN e KUNIYOSHI, 1988). Os manguezais do parque são integrantes da Estação Ecológica de Guaraqueçaba e a região, incluindo as ilhas de Peças e Superagüi, foi abrangida pela Reserva da Biosfera Vale do Ribeira - Serra da Graciosa, no ano de 1991 (VIVEKANANDA, 2001).

Essas características vêm tornando o Parque Nacional do Superagüi um dos maiores centros nacionais de estudos na área ambiental, fato que também se verifica em outros parques do país. As pesquisas sendo realizadas contemplam os recursos naturais de flora, fauna, sítios pesqueiros, história e antropologia, dentre outras.

Desde a criação do parque em 25 de abril de 1989, a maior parte dessas pesquisas gera uma grande quantidade de dados alfanuméricos, de modo contínuo, e que, na maioria das vezes, são perdidos ou armazenados de forma inadequada, não sendo por isto utilizadas para gerar informações. É sabido que muitas destas informações possuem um inter-relacionamento, uma vez que são oriundas do mesmo ambiente e que muitos destes relacionamentos não podem ser determinados devido à falta de uma estruturação adequada desses dados, que impossibilitam sua análise e interpretação.

Dada a evidente carência de estruturação desse tipo de dados, surge a necessidade de organizá-los de forma sistematizada, pela criação de um banco de dados relacional, que possibilite a compilação, análise e exploração do potencial das

informações originadas das pesquisas como um todo, gerando uma gestão eficiente desses dados, com mais segurança, velocidade e acuidade.

Como muitas pesquisas também geram dados cartográficos, que não podem ser analisados por um sistema banco de dados comum, é necessário que se busque uma forma de relacionar os dados cartográficos com os dados alfanuméricos obtidos nas pesquisas feitas dentro dos diversos ecossistemas estudados. Para tanto, é importante que se procure utilizar as geotécnicas disponíveis, relacionando o conteúdo dos bancos de dados com Sistemas de Informações Geográficas. A fusão desses diferentes tipos de dados permite a visualização espacial de tais informações e seus relacionamentos, gerando uma melhor compreensão de suas características e inter-relações.

O uso de banco de dados associado a sistemas de informações geográficas permite também a adequação e redirecionamento dos objetivos de pesquisas em andamento, levando à economia de recursos humanos, temporais e financeiros. O uso de geotecnologias em associação com banco de dados tem sido largamente aceito na atualidade, não obstante a considerável complexidade subjacente dessas tecnologias e ao fato de que os benefícios oriundos de seu uso serem de difícil mensuração. Os impactos potenciais do uso dos conceitos de banco de dados e das geotecnologias são grandes, mas sua concretização depende tanto de um efetivo planejamento e administração dos dados quanto da excelência tecnológica disponível.

1.1 OBJETIVOS

A motivação do presente trabalho foi baseada na convicção de que o sucesso da aplicação dos conceitos de banco de dados e o uso de geoferramentas dependem fundamentalmente do planejamento e manuseio adequado dos dados coletados e do uso correto das geotecnologias disponíveis.

Dessa forma, com base em dados provenientes de pesquisas realizadas no Parque Nacional do Superagüi, localizado nos municípios de Antonina e Paranaguá, Estado do Paraná, foi objetivo desse trabalho desenvolver um sistema

computacional para a gestão de dados originados em pesquisas realizadas dentro de um parque nacional, disponibilizando as informações geradas de forma espacializada.

Para a consecução desse objetivo foram necessárias a realização dos seguintes objetivos específicos:

- criar um banco de dados relacional que compatibilizasse diferentes tipos de dados originados de fontes diversas;
- desenvolver uma interface de trabalho que facilitasse a atualização dos dados;
- demonstrar a interação entre um banco de dados relacional e uma geoferramenta disponível.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTUDOS DE ECOSSISTEMAS

Desde os trabalhos apresentados por CONNELL (1961), estudos experimentais vêm se tornando uma das mais importantes ferramentas para trabalhos ligados a ecologia de ecossistemas. Isto ocorreu porque importantes hipóteses ecológicas globais estavam sendo testadas isoladamente e não podiam ser submetidas a estudos experimentais mais rigorosos.

HEDGES e OLKIN (1985) e CRAIG *et al.* (1999), cientes das novas teorias de bancos de dados relacionais, apresentaram uma coleção de estudos, denominada *Statistical methods for meta-analysis*, que revolucionou as técnicas experimentais de estudos de ecossistemas, pois sua técnica não analisava conjuntos de dados individualmente e sim tentava inter-relacionar grupos de dados relacionados ao mesmo ambiente para, posteriormente, aplicar suas novas técnicas experimentais. Segundo GUREVITCH *et al.* (1992), SARNELLE (1992) e OSENBURG *et al.* (1997), a meta-análise visa desenvolver generalizações quantitativas baseadas em fatores ecológicos, combinando evidências de estudos experimentais.

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente em 1972, realizada em Estocolmo na Suécia, foi enfatizada a idéia de que o homem, ao final do Século XX, se tornaria o co-agente mais importante no processo geral de evolução da terra, capaz de intervir de maneira significativa nas transformações em curso do nosso planeta, pois existe atualmente uma preocupação quanto à organização do espaço, de modo que essas mudanças agridam o mínimo possível o meio ambiente. A partir dessa preocupação, vários estudos sobre impactos ambientais estão sendo realizados com o propósito de avaliar e proteger as regiões

mais sensíveis às modificações. Neste sentido, a utilização dos modelos de bancos de dados associados ao geoprocessamento possibilita o tratamento eficaz e rápido dos dados ambientais, agilizando a execução da análise desses dados e garantindo confiabilidade aos resultados finais obtidos (CASTRO *et al.*, 2003).

2.2 BANCO DE DADOS

Os sistemas de banco de dados começaram a aparecer no início dos anos 60, sendo submetidos, com o passar do tempo, a profundas mudanças em seus conceitos e tecnologias. A primeira geração de livros textos de sistemas de banco de dados que apareceu durante esse período tentou explicar um assunto que era modificado ainda quando o texto estava sendo escrito. Com o passar do tempo, muito da teoria e prática de banco de dados parece ter atingido sua maturidade e estabilidade (SILBERSCHATZ *et al.*, 1989).

Na década de 80, a quantidade total de dados comprometida com banco de dados podia, de forma conservadora, ser medida em bilhões de *bytes*. Os investimentos financeiros envolvidos até então representavam um valor enorme e, não há exagero em se dizer que, milhares de organizações tornaram-se criticamente dependentes da operação contínua e bem-sucedida de sistemas de banco de dados (DATE, 2004).

Atualmente, o baixo custo da armazenagem de dados tem viabilizado a construção de enormes bases de dados, permitindo a disponibilidade de informações que funcionam como um instrumento estratégico de apoio às tomadas de decisões. Esse acervo vem ajudando a melhorar procedimentos, detectar tendências e até prevenir ou reagir a um evento que está por vir, tornando-se assim um poderoso instrumento de auxílio no processo de tomadas de decisão pelos gestores públicos, grandes empresas e entidades de pesquisa (HASENACK, 1995).

O conceito mais simples de um banco de dados é um conjunto de informações organizadas e inter-relacionadas entre si para uma determinada finalidade (HADDAD, 2001). O autor completa ainda que um banco de dados bem projetado proporciona atingir seus objetivos, sejam eles um acesso rápido às

informações desejadas, exportações de dados e obtenção de relatórios, entre outros.

Por sua vez, LIMA (1999) define um banco de dados como sendo uma coleção de tabelas, cada uma organizada como um conjunto de registros ligados por um grupo definido de relações entre as tabelas. Uma base de dados permite, pois, a criação de conjuntos complexos de relações para um melhor acompanhamento e controle dos dados. Assim, banco de dados é uma coleção de valores e informações fundamentais a um sistema, empresa ou empreendimento.

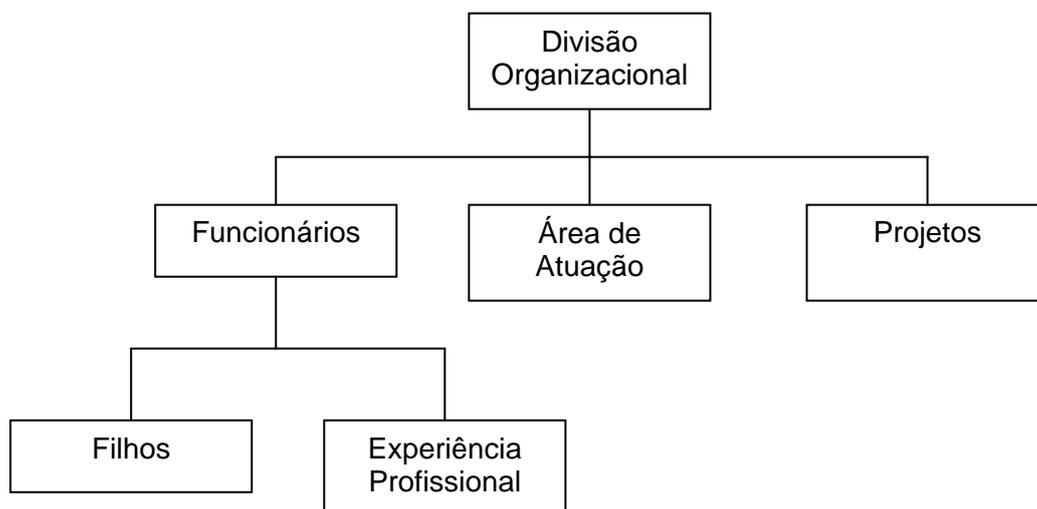
2.3 PRINCIPAIS MODELOS DE BANCO DE DADOS

Apenas após a consolidação dos discos de armazenamento endereçáveis foi possível ser desenvolvido o primeiro modelo de banco de dados, denominado de modelo hierárquico, pois estes discos possibilitaram a exploração de sua estrutura de endereçamento físico para viabilizar a representação hierárquica das informações (TAKAI *et al.*, 2005). O modelo hierárquico tem sido muito utilizado na prática devido ao fato que em muitas situações reais defronta-se com organizações estruturadas hierarquicamente, como por exemplo, a organização das empresas e as árvores genealógicas (YOUNG, 1943).

O modelo hierárquico pode ser considerado como um caso particular do modelo de rede. O próprio YOUNG, já citado, define este modelo como sendo uma associação entre tipos de registro que seguem uma hierarquia estabelecida por meio de diversos níveis. No primeiro nível, ou superior, situa-se o tipo de registro chamado raiz e subordinado a ele, em um segundo nível, uma série de outros tipos de registros e que a cada tipo de registro no segundo nível subordina-se um outro conjunto de tipos de registro (Figura 01). As rotas de acesso já são definidas pela própria estrutura hierárquica do modelo, facilitando, portanto, a manutenção do banco de dados mas, por outro lado, limitando sua flexibilidade às atividades de projeto do banco de dados.

O modelo em redes surgiu como uma extensão ao modelo hierárquico, eliminando o conceito de hierarquia e permitindo que um mesmo registro estivesse

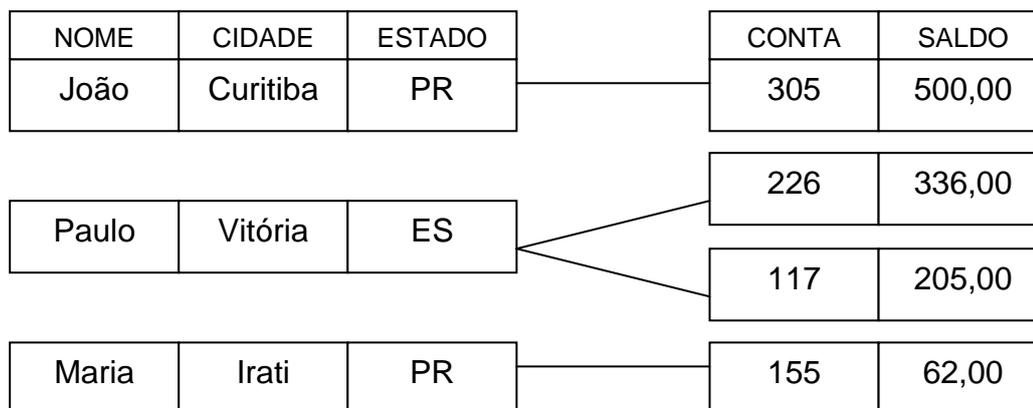
envolvido em várias associações como se fossem várias árvores do modelo hierárquico, ligadas entre si (TAKAI *et al.*, 2005). No modelo em redes todas as ligações podem ser explícitas, porque não há restrições a um só tipo de relacionamento, o que vigora no modelo hierárquico (FURTADO, 1979).



FONTE: YOUNG (1943)

FIGURA 01 - MODELO DE BANCO DE DADOS EM REDE DE YOUNG.

KORTH (2005) define o modelo de redes como sendo uma coleção de registros que são conectados entre si por meio de ligações, sendo uma ligação uma associação entre dois registros. Desta forma, uma ligação pode ser encarada como uma forma restrita (binária) de relacionamentos como ilustra a Figura 02.



FONTE: KORTH (2005)

FIGURA 02 - MODELO DE BANCO DE DADOS EM REDE DE KORTH.

Uma modalidade especial de modelo de rede foi apresentada pelo *Data Base Task Group (DBTG) da CODASYL (Committee on Data Systems and Languages)* que estabeleceu uma norma para este modelo de banco de dados, com linguagem própria para definição e manipulação de dados (TAKAI *et al.*, 2005). Apesar de não ter sido aceito como padrão único, várias idéias contidas nele foram adotadas em Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) que seguem o modelo de rede (FURTADO, 1979).

CODD (1970), investigador da IBM, publicou um trabalho chamado “*A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*”, resultado de um estudo teórico sobre um conjunto de funções apoiadas em álgebra relacional para armazenamento e recuperação de dados. Este novo modelo não possuía caminhos pré-definidos para acessar aos dados e mostrou ser muito mais flexível e adequado ao solucionar vários problemas que se colocavam no nível da concepção e implementação de base de dados, quando comparado aos modelos que o precederam, sendo porém implantado somente nos anos 80, constituindo-se nos dias de hoje como o modelo mais usado (NOBRE *et al.*, 2004)

Conforme pode ser observado na Figura 03, a estrutura fundamental do modelo de banco de dados relacional é a tabela. Uma relação é constituída por um ou mais atributos (campos) que traduzem o tipo de dados a armazenar. Cada instância do esquema (linha) é chamada de tupla (registro) e as relações são interligadas por meio de relacionamentos pré-estabelecidos (TAKAI *et al.*, 2005).

Cod_Estado	Nome
1	Santa Catarina
2	Paraná
3	Rio Grande do Sul

Cod_Municipio	Nome	Cod_Estado
1	Irati	2
2	Santa Maria	3

Cód_Fazenda	Nome	Área (ha)	Cod_Municipio
1	São João	135,2	1
2	Águas Claras	95,3	2

FONTE: TAKAI *et al.* (2005)

FIGURA 03 - EXEMPLO DE RELACIONAMENTOS ENTRE ENTIDADES DE DIFERENTES TABELAS.

Um relacionamento é uma associação entre diversas entidades. De forma análoga aos conjuntos de entidades, um conjunto de relacionamentos é uma coleção de relacionamentos do mesmo tipo. A maioria dos conjuntos de relacionamentos num sistema de banco de dados são binários, isto é, relacionam apenas duas entidades (NOBRE *et al.*, 2004).

Num conjunto de relacionamentos o número de entidades às quais outra entidade pode estar associada é chamado de cardinalidade. Para um conjunto de relacionamentos binário entre conjuntos de entidades A e B, a cardinalidade pode assumir uma das seguintes formas (SETZER, 1990):

- Um-para-um: Uma entidade A está associada a no máximo uma entidade B, e uma entidade B está associada a no máximo uma entidade A;
- Um-para-muitos: Uma entidade A está associada a qualquer número de entidades B. Uma entidade de B está associada a no máximo a uma entidade de A;
- Muitos-para-muitos: Uma entidade de A está associada a qualquer número de entidades de B, e uma entidade de B pode estar associada a qualquer número de entidades de A.

Os bancos de dados hierárquicos e de rede usam blocos de armazenamento para representar entidades, com as relações representadas por elos explícitos entre os blocos, com ambos apresentando baixo nível de visão do conjunto e trabalhando com um registro de cada vez. Os modelos de banco de dados relacionais possuem uma única moldura, a relação, que é usada para representar as entidades e suas relações, com as operações relacionais básicas atuando em coleções inteiras de entidades ou relações, ao invés de trabalhar individualmente em cada registro (FLEMING e VONHALLE, 1988).

Na prática, o modelo relacional oferece os seguintes benefícios de acordo com DALCIN (1994):

- simplicidade e uniformidade (o modelo relacional é compacto);
- independência dos dados físicos;
- interfaces de alto nível para usuários finais;
- visões múltiplas dos dados;
- melhoria na segurança dos dados;

- redução significativa do tempo gasto na manutenção da base de dados; e
- possibilidade de expansão devido à flexibilidade do sistema.

A esse respeito, CODD (1970) comenta que para usufruir das vantagens do modelo relacional de banco de dados, algumas restrições precisaram ser impostas para evitar aspectos indesejáveis, tais como repetição de informação, incapacidade de representar parte da informação e perda de informação. Esse processo de organização dos dados em um banco de dados relacional é chamado de normalização (CONNELL, 1998).

As regras de normalização, criadas por CODD (1970), são as seguintes:

- eliminar a repetição de grupos;
- eliminar a redundância de dados;
- eliminar colunas não dependentes da chave primária;
- não armazenar valores calculados nas tabelas; e
- isolar relações múltiplas relacionadas.

Pesquisas com modelos de banco de dados orientados a objetos vêm sendo realizadas desde o final dos anos 70, tendo se tornado uma significativa área de pesquisa no começo dos anos 80, principalmente devido aos limites de armazenamento e semântica impostas pelo modelo relacional (LOCKMAN, 1979).

Entre 1985 e 1990, as teorias do modelo orientado a objeto já eram aplicadas pela empresa *Texas Instruments* no desenvolvimento de aplicativos para desenho auxiliado pelo computador, denominados *Computer Aided Design* (CAD) e que tinha como objetivo relacionar objetos (desenhos) com informações alfanuméricas (WELLS *et al.*, 1992)

A programação orientada a objetos, ou *Object-Oriented Programming* (OOP) é uma técnica de programação na qual o problema a ser abordado é modelado como sendo constituído por um conjunto de objetos que interagem entre si. Desta forma, segundo MOTA *et al.* (2004), os conceitos básicos de orientação a objeto são:

- classe: é definida como um molde ou gabarito pelo qual serão definidos os objetos. Assim, classe é um protótipo que define os métodos e atributos comuns a um conjunto de objetos de um mesmo tipo;

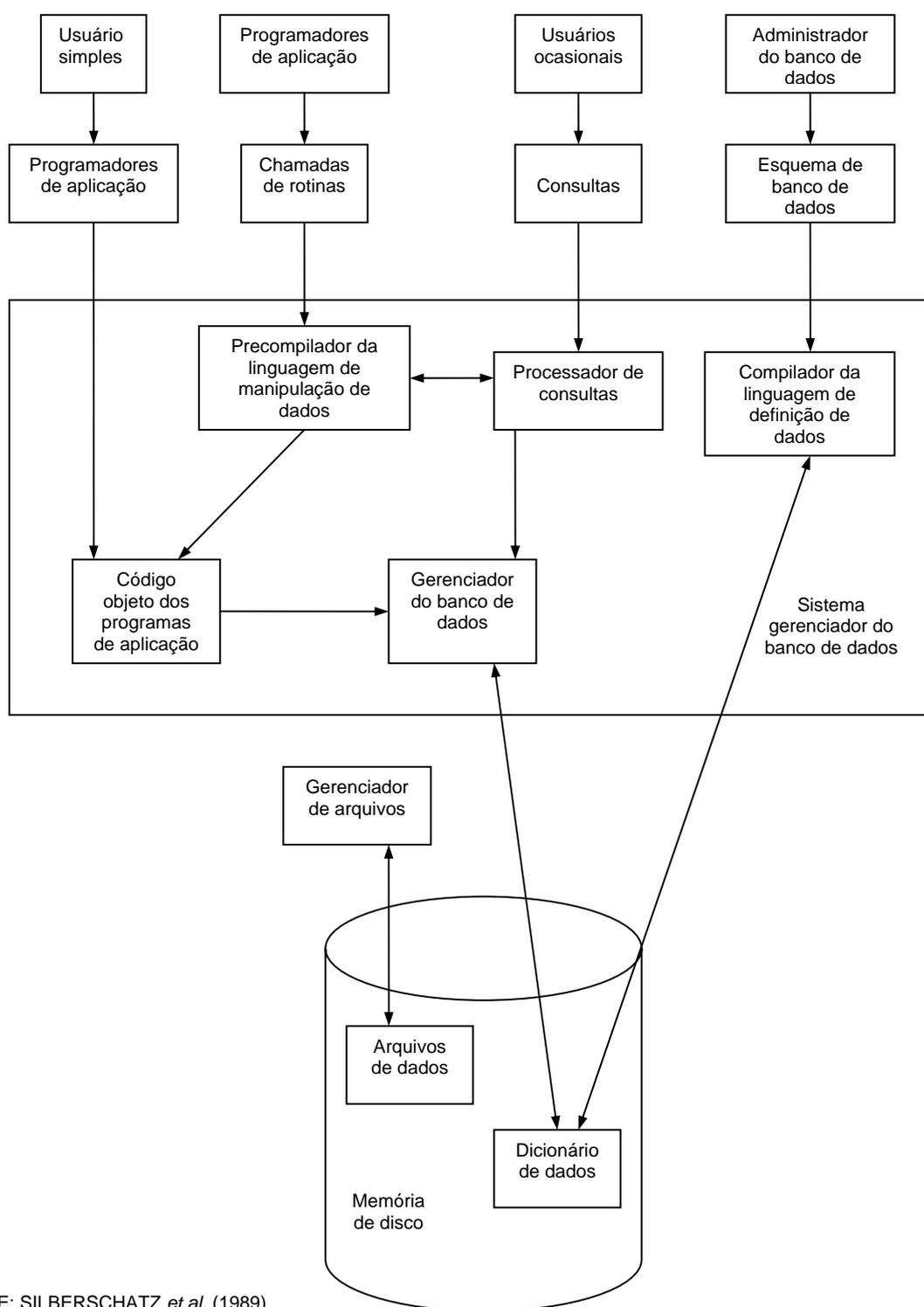
- objeto: é uma instância de uma classe. Ele representa uma entidade, conceito ou abstração individual pertinente ao domínio do problema sob análise;
- atributos: é uma propriedade do objeto. Eles representam a informação contida, na forma de variáveis ou constantes, dentro do objeto definido, registrando o estado atual do mesmo;
- métodos: representam o conjunto de operações que um objeto pode realizar. Basicamente, são sub-rotinas que manipulam variáveis locais, atributos próprios ou de outros objetos e parâmetros por passagem de valor.

Com a introdução do modelo de programação orientado a objetos, muitas falhas perceptíveis do modelo relacional pareceram ter sido solucionadas e acreditou-se que o novo modelo viria a dominar o mercado. Hoje, porém, acredita-se que o modelo de banco de dados orientado a objetos, mesmo sendo uma maturação do caminho evolutivo do modelo relacional será utilizado para aplicações especializadas, como os sistemas de informações geográficas (SIG) e os sistemas CAD, enquanto os sistemas relacionais continuarão a sustentar os negócios tradicionais, onde as estruturas de dados baseadas em relações são suficientes (TAKAI *et al.*, 2005).

2.4 ESTRUTURA GERAL DOS SISTEMAS

A teoria geral dos sistemas, estudada e desenvolvida por BERTALANFFY (1975), considera o mundo em função da inter-relação e interdependência de todos os fenômenos, sendo que organismos vivos, sociedades e ecossistemas são exemplos de sistemas. Para CAPRA (1982), sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas a unidades menores.

Segundo SILBERSCHATZ *et al.* (1989), um sistema de banco de dados, como representado na Figura 04, é dividido em módulos que tratam de cada uma das responsabilidades do sistema como um todo.



FONTE: SILBERSCHATZ *et al.* (1989)

FIGURA 04 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM BANCO DE DADOS.

Os mesmos autores acrescentam ainda que um projeto de banco de dados deve considerar a interface entre o banco de dados e o sistema operacional e descreve os componentes funcionais de um banco de dados como sendo:

- Gerenciador de Arquivos: gerencia a alocação do espaço de armazenamento em disco e as estruturas de dados usadas para representar a informação armazenada em disco;
- Gerenciador do banco de dados: proporciona a interface entre os dados de baixo nível armazenados no banco de dados e os programas de aplicação e consultas submetidas ao sistema;
- Processador de consultas: traduz comandos de uma linguagem de consulta em instruções de baixo nível que o gerenciador de banco de dados entenda. Além disso, um processador de consultas tenta transformar o pedido do usuário em outro equivalente, porém mais eficiente, encontrando assim uma boa estratégia para a execução da consulta;
- Pré-compilador *Data Manipulation Language* (DML): converte comandos DML embutidos em um programa de aplicação, para chamadas de rotinas em linguagem do hospedeiro (*host*). O pré-compilador precisa interagir com o processador de consultas de forma a gerar o código apropriado;
- Compilador *Data Definition Language* (DDL): Converte os comandos DDL em um conjunto de tabelas contendo meta dados. Estas tabelas são armazenadas no dicionário de dados;
- Arquivos de dados: armazenam os dados propriamente ditos;
- Dicionário de dados: armazena informação sobre a estrutura do banco de dados e é bastante utilizado. Em decorrência, uma grande ênfase deve ser dada no desenvolvimento de um bom projeto e uma implementação eficiente do dicionário;
- Índices: proporcionam acesso rápido aos itens de dados com valores específicos.

Os bancos de dados atuais utilizam o conceito de Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGDB), que é um conjunto de informações relacionadas e

organizadas a partir de um critério em que essas informações possam ser consultadas, incluídas, atualizadas e excluídas de maneira rápida (SILVA, 2005).

Existem ainda os Sistemas de Gerenciamento de Dados Relacionais (SGBDR) que, segundo KAUFFELD (1996), permitem tratar com grandes volumes de informações, manipular mais de um conjunto de informações ao mesmo tempo, estabelecer relações entre eles, buscando eliminar a duplicidade de informações, impondo a integridade referencial, economizando espaço de armazenamento e facilitando a atualização.

2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

O SIG pode ser relacionado a estudos científicos como sendo uma ferramenta semelhante a uma calculadora de análise estatística, bem como uma tecnologia para coleta e visualização de informações espaciais. Em relação ao planejamento e tomada de decisões, o SIG apresenta diferentes opções, que são reflexos das variáveis e informações abrangidas e que vão acelerar e facilitar a avaliação do problema. Em outras palavras, o SIG constitui um sistema com a capacidade para armazenamento e tratamento de dados, bem como atualização de informações georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos (ROCHA, 2000). Para ALVES (2006), a solução para problemas complexos requer a combinação de diferentes níveis de informação originados de diferentes fontes e estrutura dos dados, tal qual se dá com estudos ecológicos.

Os sistemas de informação geográfica são muito mais do que uma simples maneira de codificar, armazenar e recuperar dados sobre aspectos espaciais. De acordo com BURROUGH (1986), um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo da realidade.

As teorias subjacentes ao conhecimento ecológico e a plasticidade dos SIG comungam em suas buscas, não por terem os mesmos objetivos, mas por sua

compatibilidade. A Ecologia é a ciência das interações, constituída de inúmeras outras ciências que nem sempre interagem na prática. O SIG, segundo ROCHA (2000), constitui uma tecnologia com características transdisciplinares, ou seja, unificadora do conhecimento, que agrupa e ordena dados a partir do ponto em comum, sua localização geográfica.

As três maneiras mais comuns de aplicação dos sistemas de informação geográfica são como ferramenta para produção de mapas, como suporte para análise espacial de fenômenos ou como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial (ASSAD e SANO, 1998).

Os resultados das análises em SIG são representados em mapas, sumários estatísticos, ou derivam em conjuntos de dados que podem ser usados em outras modelagens ou testes de hipóteses. Com relação à estrutura básica de um SIG, pode-se resumir os seguintes aspectos (ASSAD e SANO, 1998):

- interface com usuário;
- entrada e integração de dados;
- consulta, análise espacial e processamento de imagens;
- visualização e plotagem; e
- armazenamento e recuperação de dados, organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

Segundo TEUBNER JÚNIOR (1993), sistemas de informações geográficas são excelentes ambientes para se trabalhar com zoneamento costeiro, visto que a atividade envolve a análise e manipulação de um grande número de informações. Objetivando um gerenciamento mais inteligente da massa de dados e pela necessidade das instituições em buscar um resultado melhor e mais rápido, um SIG pode, neste sentido, contribuir para o fortalecimento do elo entre o escritório e o campo, entre os mapas e as informações tabulares, e por que não, um pouco mais de integração entre as pessoas (VENTURI, 2000).

Nas atividades da engenharia, o processo de tomada de decisão requer informações e experiência. Nas atividades florestais, conforme MOREIRA *et al.* (2000), o planejamento das ações requer dados confiáveis, decorrente do fato que se trabalha com longos períodos de tempo na produção ou manutenção dos

recursos naturais. Fato esse que, devido aos custos capitalizados da atividade e erros nas decisões, podem acarretar prejuízos irreparáveis.

A empresa ESRI, pioneira no desenvolvimento de modelos *geodatabase*, o define como sendo um modelo genérico de banco de dados que contempla o armazenamento e gerenciamento de todos os formatos de dados utilizados em ambientes SIG, como imagens, vetores e tabelas dando suporte para a criação de restrições e relacionamentos entre os dados. O formato *geodatabase* complementa e supera as eventuais dificuldades existentes nos modelos de dados, possibilitando assim a representação de redes geográficas complexas, relacionamento entre classes de feições e outras facilidades decorrentes da orientação a objetos adotadas pelo *geodatabase* (ALVES *et al.*, 2005).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Os dados utilizados no desenvolvimento desse sistema computacional são oriundos do Parque Nacional do Superagüi (Figura 05), inserido na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, que foi criado em 25 de abril de 1989, pelo Decreto Nº 97.688, tendo como objetivos proteger porções dos ecossistemas ali existentes, tais como a Floresta Atlântica, restinga, manguezais, praias e dunas, assegurar a preservação de seus recursos naturais, proporcionar oportunidades controladas para uso pelo público e promover a educação e a pesquisa científica. Considerado como um dos cinco ecossistemas costeiros mais notáveis do globo terrestre (RODERJAN e KUNIYOSHI, 1988), a região detém uma das maiores porcentagens de cobertura florestal do Estado do Paraná. Além disso, o Parque não está isolado, sendo integrante de um mosaico de unidades de conservação formado entre os Estados do Paraná e São Paulo, o que viabiliza corredores biológicos naturais.

Originalmente o Parque Nacional do Superagüí era formado por partes de duas ilhas, denominadas Peças e Superagüi, totalizando 21.400,00 ha. Com sua ampliação, pela Lei Nº 9.513, de 20 de novembro de 1997, foram incluídos nos seus limites o vale do rio dos Patos, no continente, as ilhas do Pinheiro e do Pinheirinho e toda a parte remanescente da Ilha do Superagüi, com exceção da Barra do Superagüi, passando a unidade a contar com uma área total de 33.988,00 ha. Além da área do parque, também deve ser considerada como área de estudo toda a região costeira, pois dela se originam muitos dos dados utilizados.

O ecossistema local é composto pela Floresta Atlântica costeira e compreende as tipologias vegetais descritas como Formação Pioneira com influência marinha, flúvio-lacustre e fluvio-marinha e Floresta Ombrófila Densa de planície,

aluvial e submontana. Os solo presentes são do tipo neossolos, gleissolos, organossolos, espodossolos, cambissolos, latossolos e argilosos. O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, subtropical mesotérmico, com verão quente.

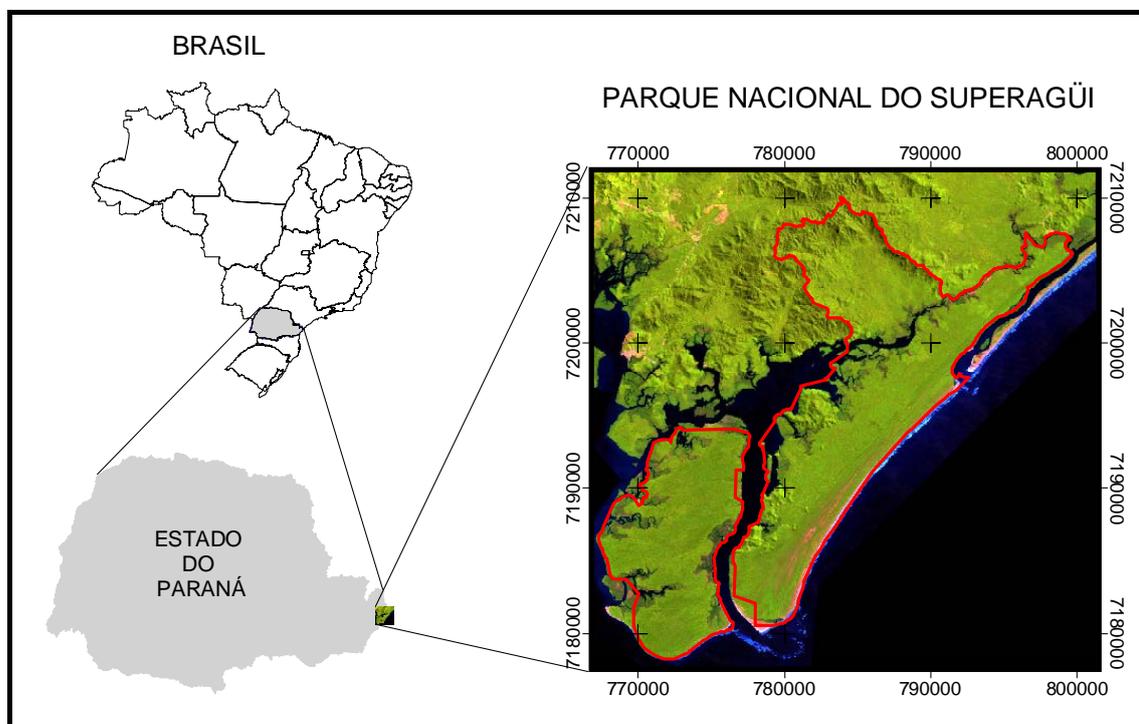


FIGURA 05 - CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ONDE FORAM COLETADOS OS DADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.

3.2 BASE DE DADOS

Os dados utilizados para a implementação do banco de dados são oriundos de pesquisas finalizadas ou ainda sendo realizadas pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), no Parque Nacional do Superagüi, subsidiadas por financiadoras como o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), World Wildlife Foundation (WWF), Fundação O Boticário e outras instituições internacionais.

Dentre as pesquisas realizadas, destacam-se os projetos para manejo dos recursos pesqueiros e os estudos do sistema estuarino, que geram dados sobre condições climáticas, qualidade de água, salinidade, nutrientes e pesca. Os dados sobre a cobertura vegetal têm origem em estudos sobre o estuário e nos referentes

ao habitat da espécie *Leontopithecus caissara* (mico-leão-da-cara-preta), cuja presença funciona como uma espécie indicadora, uma vez que a sua conservação contribui para a manutenção dos recursos vegetais naturais da região (SCHMIDLING, 2004).

Outra linha de pesquisa que vem sendo desenvolvida é a da Medicina da Conservação, que busca elucidar questões a respeito da sanidade ambiental. Essa linha de pesquisa contempla aspectos sociais e humanos, sobre a fauna doméstica e silvestre bem como as condições do ambiente propriamente dito. Dessa forma, dados sobre a saúde da população da região, focos de patógenos, doenças e alterações no ambiente são produzidos mensalmente.

Pesquisas antigas, desenvolvidas por outras instituições, têm seus resultados reunidos, em sua maioria, em meio impresso, na biblioteca do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). O banco de dados utilizado, apesar de não contar com registros dessa base, permite a sua integração de maneira facilitada. A Figura 06 apresenta um fluxograma do tratamento efetuado na base de dados utilizada.

3.3 DADOS ALFANUMÉRICOS

Os dados que compõem o acervo do IPÊ foram armazenados originalmente em planilhas eletrônicas do programa *Excel*[®]. Estão arranjados sem nenhuma formatação ou estruturação lógica, na mesma ordem em que foram coletados.

Na planilha referente aos dados da análise química da água encontram-se os resultados obtidos mensalmente em diferentes localidades, no período de um ano, e contêm informações como localização, data, hora, profundidade, profundidade amostrada, maré, secchi, salinidade, temperatura, pH, alcalinidade, saturação de CO₂, quantidade de oxigênio dissolvido, e níveis das variáveis fosfato orgânico total, nitrogênio orgânico total, fosfato, silicato, nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio orgânico dissolvido, nitrogênio particulado, clorofila concentrada, feofitina concentrada e material particulado em suspensão. Nos registros eletrônicos referentes às análises de metais na água, dados referentes a uma coleta realizada em diferentes

localidades, foram analisados os teores de metais como arsênio, mercúrio, cobre, zinco, chumbo, cádmio, bário, cromo, ferro, manganês e níquel.

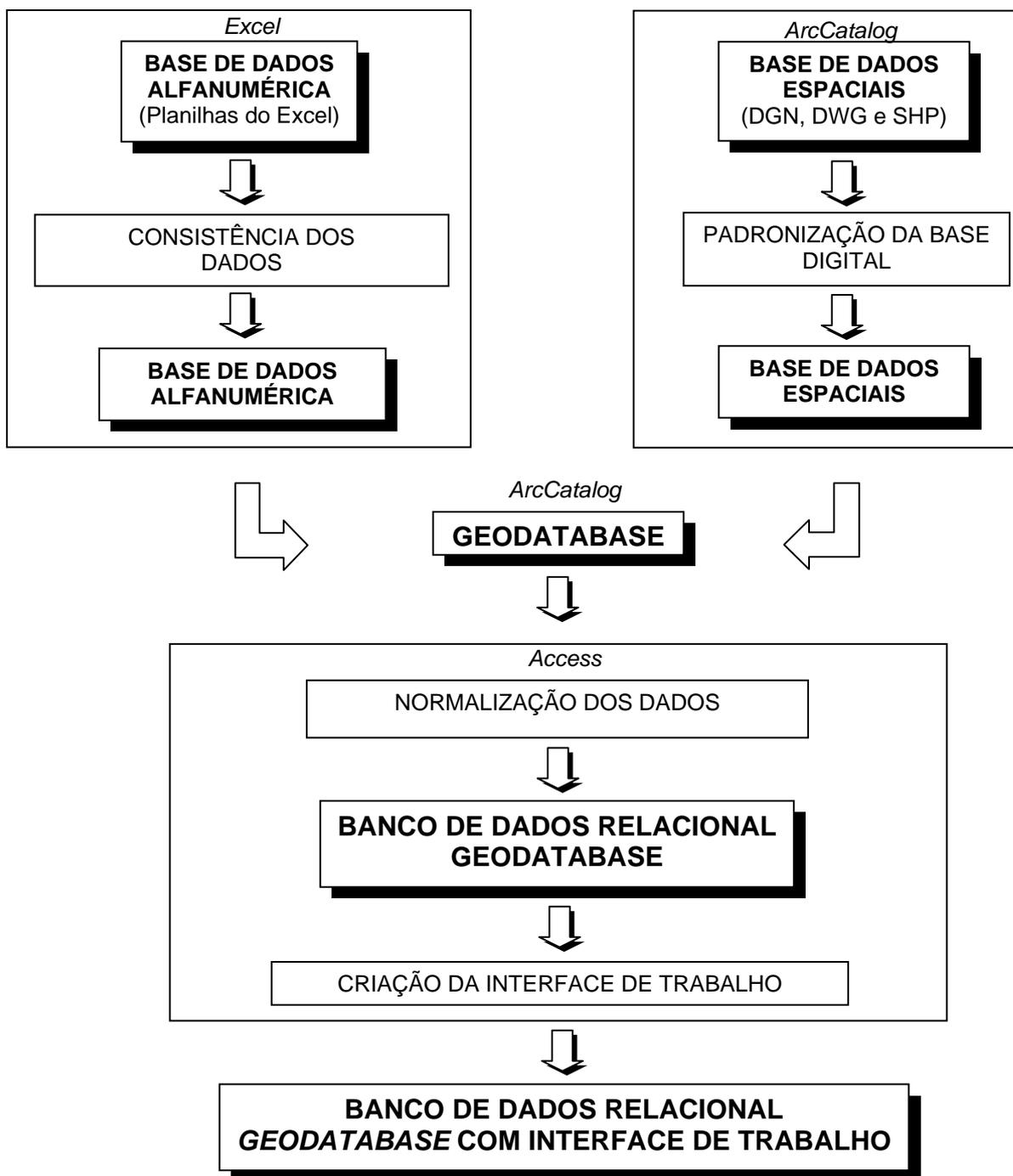


FIGURA 06 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO TRATAMENTO DAS BASES DE DADOS UTILIZADAS.

Dados biométricos contemplam diversas espécies de camarão. Os dados da biometria dos tipos de camarão sete-barbas e branco, contêm valores provenientes de um trabalho onde foram analisados mensalmente o desenvolvimento de grupos de indivíduos em diferentes localidades, onde foram coletados dados de localização, data, indivíduo, sexo, comprimento, medida do cefalotórax, peso e estágio reprodutivo.

Os registros da biometria do mexilhão contêm dados provenientes de um estudo onde foram analisados mensalmente o desenvolvimento de grupos de indivíduos em diferentes localidades. As variáveis registradas foram número do indivíduo, número da rede, data, vila mais próxima, comprimento, comprimento da rede, peso da rede suja, peso da rede limpa, peso da rede, número total de indivíduos, peso da carne e peso da concha.

A listagem de todas as embarcações cadastradas durante o projeto também foi objeto de registro eletrônico. Esses registros contêm o nome do barco, seu tipo e ano, motor, tamanho, número de redes, tipo e tamanho das redes, nome do proprietário, reformas realizadas e vila à qual pertence.

Os registros eletrônicos referentes às espécies de peixes, que sustentam a economia pesqueira da região, contêm as informações sobre o nome vulgar, nome científico, família, taxonomista que efetuou a identificação, ano da identificação e ocorrência. Nos registros da produção de camarão, os dados coletados mensalmente, durante três anos, em diferentes vilas e provenientes de pesquisa que tinha como objetivo a análise da produção de camarão contêm informações tais como vila, coletor, barco, nome dos pescadores, data, localização (sítio pesqueiro), hora de saída, hora de chegada, horas trabalhadas, quantidades pescadas de camarão branco, de camarão ferro, de camarão misturado, de camarão catado, total pescado, número de arrastos, tipo de arte utilizada e local de desembarque.

Quanto à produção de peixe, as planilhas eletrônicas armazenadas contêm dados coletados mensalmente, durante três anos em diferentes vilas, provenientes de pesquisa que tinha como objetivo a análise da produção da pesca de peixes, e que registrou dados como a vila, coletor, barco, nome dos pescadores, data, localização (sítio pesqueiro), hora de saída, hora de chegada, horas trabalhadas,

espécies pescadas, peso por espécie pescada, total pescado, número de lanços, tipo de arte utilizada e local de desembarque.

O conjunto de dados utilizados para o desenvolvimento do sistema representa um exemplo do tipo de dados obtidos em pesquisas realizadas dentro de Parques Nacionais. A estrutura desenvolvida para esses dados pode facilmente ser adaptada para diferentes tipos de pesquisa e representam a base requerida no preparo dos dados coletados para a obtenção de diferentes análises.

3.4 CONSISTÊNCIA E NORMALIZAÇÃO DOS DADOS

O primeiro aspecto considerado para a utilização dos dados existentes, sob a ótica de um banco de dados relacional, foi quanto a sua qualidade. O termo qualidade refere-se ao procedimento de assegurar a exatidão do conteúdo do banco de dados, pois a correção dos dados é vital para que se possa alcançar conclusões acertadas. Constatou-se que uma grande parte dos dados apresentou erros ou anomalias devido à falta de valores para determinados atributos, valores de atributos errados e representações diferentes dos mesmos dados. Assim sendo, antecedendo a aplicação de qualquer ferramenta orientada à análise, os dados foram limpos com o intuito de remover e reparar quaisquer anomalias que pudessem existir.

Os valores contidos em um banco de dados podem tornar-se inválidos de várias formas e podem surgir em conjunto de dados isolados, como planilhas eletrônicas, e em base de dados, sendo mais críticos quando múltiplas fontes de dados necessitam ser integradas, como foi o caso do presente. Isso aconteceu em virtude das diversas fontes freqüentemente conterem dados redundantes sob diferentes representações. De modo a possibilitar um acesso mais preciso e consistente aos dados, foi necessário proceder à consolidação das suas diferentes representações e eliminação de todas as duplicações. Além da eliminação dos duplicados, um processo mais abrangente de integração envolveu a transformação de dados no formato desejado e a validação das restrições dependentes do domínio.

A causa mais comum de erros é a entrada ou atualização dos dados, quando valores podem ser especificados de modo incorreto. Isso pode ser o resultado de um

erro do programa, de digitação ou falta de entendimento do que deve ser armazenado. Outra causa de violação de qualidade é a falha de funcionamento do programa ou dos equipamentos (*hardware*) sendo utilizados, pois nem sempre é possível se detectar esse tipo de problema a tempo de se poder evitá-los. Fica, pois, claro que a primeira tarefa a ser realizada para a utilização do acervo existente era assegurar a qualidade dos dados contidos nas diversas planilhas eletrônicas criadas ao longo do tempo.

Diante disso, uma vez tendo se familiarizado com a estrutura, comportamento e conteúdo das variáveis armazenadas, deu-se início ao processo de consistência e padronização dos mesmos. Esse procedimento constou da reestruturação das planilhas eletrônicas existentes, bem como da criação de novas, objetivando a criação de um conjunto de tabelas homogêneas, estruturadas, organizadas e inter-relacionadas, para comporem o banco de dados básico para o desenvolvimento do sistema.

Inicialmente as planilhas eletrônicas existentes foram agrupadas, uma vez que originalmente, para cada data de coleta de dados, uma nova planilha era criada. O agrupamento foi feito criando-se uma variável que contém a data da coleta dos dados.

As planilhas agrupadas foram então consistidas visualmente, em todos os campos e registros. Foram verificados se os valores existentes encontravam-se em acordo com suas características e limites. Desse modo, valores numéricos de uma mesma origem receberam a mesma formatação, como por exemplo, a variável comprimento do cefalotórax, que foi formatada sempre como sendo um valor numérico com uma casa decimal.

Após consistência dos dados originais procedeu-se o processo de normalização dos mesmos, segundo as regras criadas por CODD (1970), que visam eliminar a repetição de grupos, eliminar a redundância de dados, eliminar colunas não dependentes da chave primária, evitar o armazenamento de valores calculados e o isolar múltiplas colunas relacionadas. O processo de normalização incluiu a criação de tabelas e o estabelecimento das relações entre elas, usando regras elaboradas para proteger os dados e tornar o banco de dados mais flexível.

3.5 CRIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DAS TABELAS DO BANCO DE DADOS

A primeira fase para a criação do banco de dados foi determinar os atributos de cada tabela, ou seja, configurar o nome do campo, o tipo de dado a ser armazenado, o tamanho do campo e qual a finalidade de uso. Por exemplo, os campos que armazenam datas foram configurados como DATA, os campos que armazenam textos foram configurados como TEXTO, e assim sucessivamente, o que caracterizou um procedimento padrão na utilização do programa *Access®*. Os tipos de atributos mais utilizados foram texto, número, data/hora e autonumeração. Esses atributos são definidos por PRAGUE *et al.* (2003) como:

- TEXTO: quaisquer tipos de dados que possuam caracteres simples, como nomes, endereços e inclusive números, se estes não virem a ser utilizados para operações matemáticas. Para este tipo de dado também deve ser determinado o tamanho do campo que pode ser de até 255 caracteres, sendo que o número especificado será o tamanho que aquele registro ocupará no disco rígido do computador, independente de este estar completamente preenchido ou não;
- NÚMERO: quaisquer tipos de dados numéricos que venham a ser utilizados em operações matemáticas;
- DATA/HORA: podem armazenar datas e medidas de tempo, ou os dois, e ainda permite configurar o formato que o usuário deseja para visualizar os valores;
- AUTONUMERAÇÃO: é um campo que o software especifica automaticamente um número inteiro longo para cada registro do banco de dados, sendo comumente utilizado como chave primária de indexação.

O programa *Access®* disponibiliza também uma série de recursos para a configuração dos atributos dos campos. Esses recursos permitem o relacionamento automático entre tabelas - daí a denominação de banco de dados relacional - ou seja, quando inserido um determinado valor em um campo, o programa automaticamente procura em uma outra tabela o valor ou o texto correspondente ao valor digitado, retornando o conteúdo encontrado no campo onde o valor foi digitado.

Dessa forma, esse campo é configurado como número, mas quando a tabela é visualizada, ou uma pesquisa é feita, a informação que será visualizada é a do dado armazenado correspondente ao valor do campo cuja busca foi programada na pesquisa. Isto reduz o tamanho do banco de dados e aumenta a velocidade de pesquisas no banco de dados bem como a geração de relatórios a partir dessas pesquisas.

3.6 CRIAÇÃO DOS RELACIONAMENTOS ENTRE TABELAS

Após a especificação dos atributos dos campos das tabelas criadas, foram estabelecidos os relacionamentos entre as tabelas, por meio de um campo que representa uma chave primária de indexação, utilizando para tal um conjunto de ferramentas disponibilizado pelo Access®, que facilita muito esta operação quando comparado a outros softwares, pois a rotina de criação de relacionamentos possui uma interface de trabalho que dispensa conhecimentos específicos de programação por parte do usuário.

Como resultado da criação dos relacionamentos entre as tabelas, os mesmos podem ser observados na Figura 07.

3.7 INTERFACE DE TRABALHO

Tendo os dados sido organizados em tabelas e definidos seus respectivos relacionamentos, gerando dessa forma o banco de dados final de trabalho, foi elaborada uma interface de trabalho usuário/banco de dados. Essa interface teve como objetivo facilitar a entrada de dados, a visualização das tabelas e assegurar a integridade dos dados por meio de restrições de entrada, programadas quando da elaboração da interface.

A interface de trabalho é composta de módulos, representados por ícones. A utilização de ícones visou facilitar o uso do sistema por parte de usuários não familiarizados com a informática. Foram definidos três módulos: um para inserir

valores nas tabelas primárias, um para inserir valores nas tabelas específicas e um para a visualização do conteúdo de cada tabela. Cada um desses módulos permite o acesso específico em cada uma das tabelas, ou buscas envolvendo mais do que uma tabela, que compõem o banco de dados final criado.

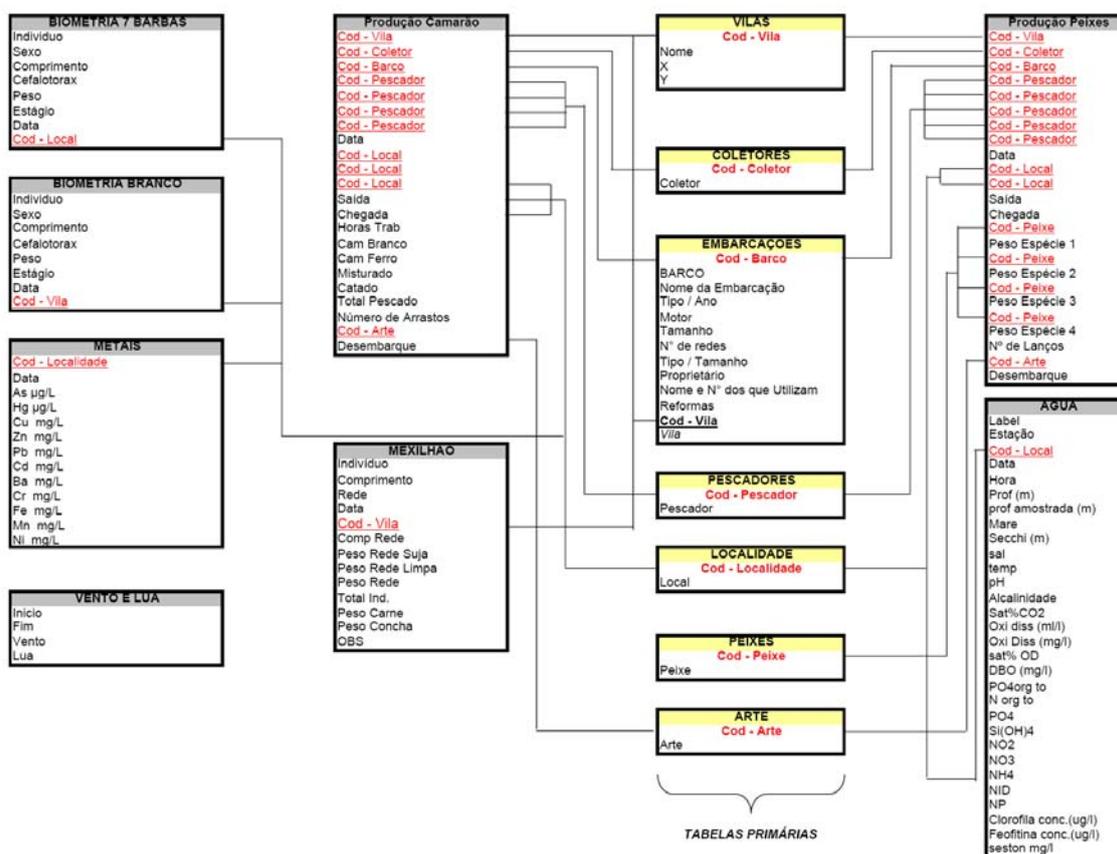


FIGURA 07 - ESTRUTURA DO RELACIONAMENTO ENTRE AS TABELAS QUE CONSTITUEM O BANCO DE DADOS CRIADO.

A criação do conjunto de ícones, da diagramação da interface de trabalho do sistema desenvolvido e das janelas de acesso às tabelas do banco de dados, foi feita utilizando-se uma ferramenta de trabalho denominada “Formulário no Modo Estrutura”, que é uma opção disponibilizada pelo Access®, que permite a criação de janelas de entrada de dados, não apenas no seu conteúdo estético, mas permite também a programação de restrições por meio de comandos conhecidos por “Macros”. Com o uso dessas ferramentas foram criadas janelas personalizadas para cada tabela e interligadas entre si, conforme mostrado na Figura 08.

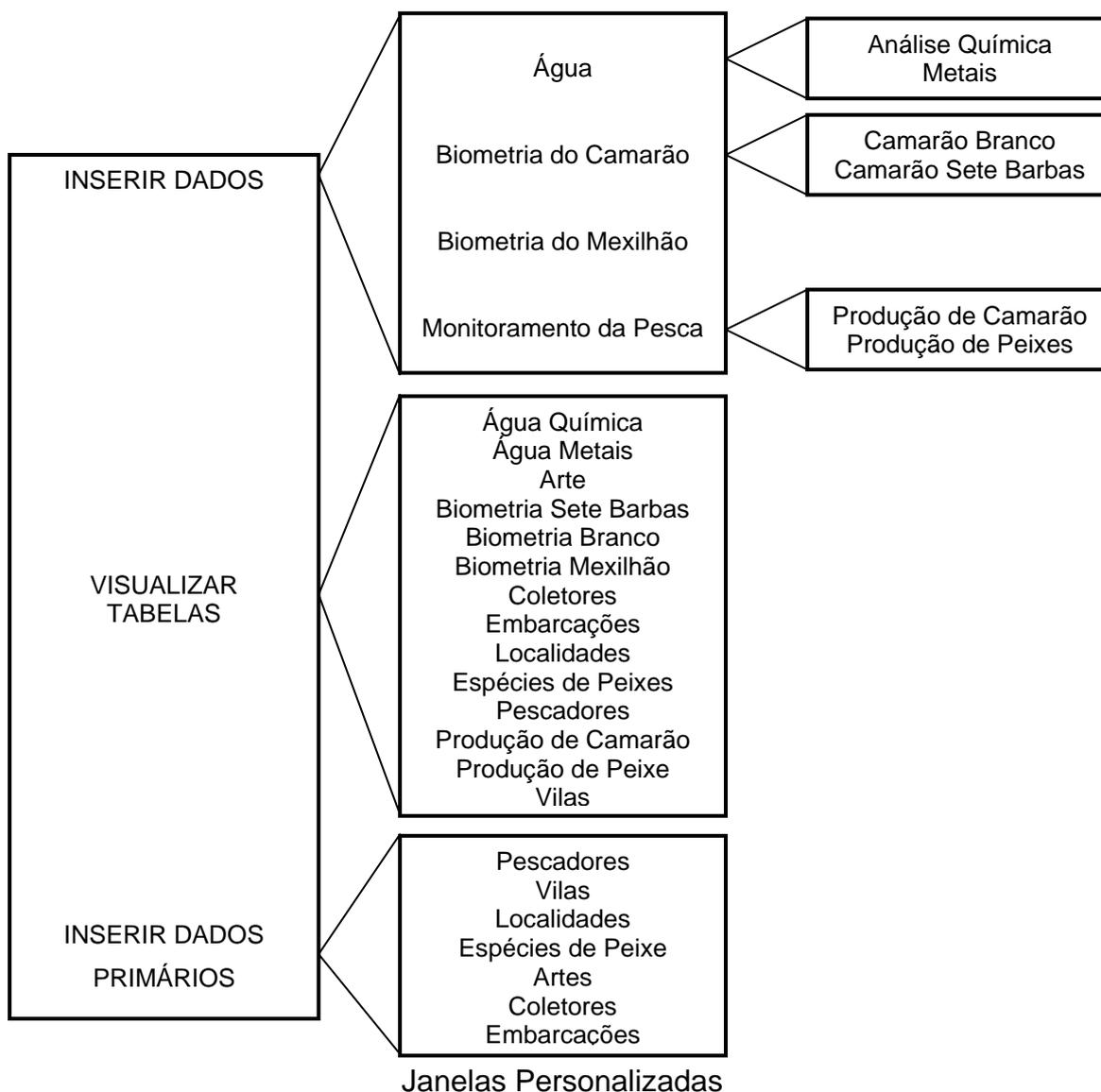


FIGURA 08 - ESQUEMA DE RELAÇÃO ENTRE AS TABELAS E JANELAS NA INTERFACE PRINCIPAL DO SISTEMA.

3.8 CONSULTAS E RELATÓRIOS

Para possibilitar buscas ou consultas no banco de dados e para a geração de relatórios, foram utilizados procedimentos disponíveis no programa Access®. Esses procedimentos exigem que as informações, relacionadas ou não, a serem procuradas, sejam pré-estabelecidas, de modo que com um clique do “mouse” em um determinado botão, a pesquisa seja executada quantas vezes forem

necessárias. Sem perder de vista o objetivo do sistema, de elaborar um banco de dados que possibilite a busca inter-relacionada de dados oriundos de diferentes pesquisas, mas contidas em um mesmo ambiente, estas rotinas de busca não foram criadas a priori, mas deixadas a critério do usuário, uma vez que o programa disponibiliza uma interface amigável de criação de consultas e geração de relatórios relativos ao banco de dados. Assim sendo, fica aberto ao usuário criar consultas e relatórios mais elaborados, de acordo com seus objetivos, evitando que restrições sejam impostas e ao mesmo tempo, disponibilizando a exploração dos dados em sua totalidade.

3.9 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

Para demonstrar a possibilidade de interação entre as informações contidas no banco de dados elaborado e as informações espaciais disponíveis relativas à área onde os mesmos foram coletados, os dados espaciais disponíveis, referentes ao Parque Nacional do Superagüi, foram agrupados em uma mesma base cartográfica. Os dados que foram agrupados, originários de arquivos em formato *shape-file*, no sistema de coordenadas *Universal Transverse Mercator* (UTM) e georeferenciados ao *datum South American 1969 (SAD-69)*, foram os seguintes:

- delimitação das bacias hidrográficas da APA de Guaraqueçaba;
- hidrografia da APA de Guaraqueçaba;
- altimetria (curvas de nível) da APA de Guaraqueçaba;
- batimetria da Baía de Guaraqueçaba;
- localização das vilas existentes no Parque Nacional do Superagüi;
- localização dos sítios pesqueiros utilizados pelos pescadores do Parque Nacional do Superagüi; e
- localização da cobertura vegetal atual existente no parque, até a cota de 40 m de altitude.

Utilizando o programa *ArcCatalog®*, que faz parte do sistema *ArcGis®*, todos os dados espaciais foram exportados, no formato *Geodatabase*, para o banco de dados desenvolvido. Desse modo, o banco de dados, contendo os valores coletados

nas pesquisas realizadas e os dados especiais referentes à área que foram a ele integrados, pode ser aberto no programa *Access*®, permitindo ao usuário inserir e visualizar dados, realizar buscas e consultas e gerar relatórios a respeito das informações alfanuméricas e espaciais nele contidas. Pelo uso do programa *ArcMap*®, pertencente ao sistema *ArcGis*®, é possível visualizar de forma integrada as informações alfanuméricas e espaciais. Esse programa também disponibiliza ao usuário todas as suas ferramentas para processamento de informações geoespaciais, permite o cruzamento de dados alfanuméricos com dados espaciais, o desenvolvimento de modelos de prognose, análise espacial e elaboração de mapas temáticos para a elaboração de relatórios.

4 RESULTADOS

Todo modelo é uma abstração, ou representação simplificada, de algum aspecto da realidade. Assim, pois, um modelo de gestão de dados de pesquisas ecológicas é uma abstração da dinâmica natural de um determinado ecossistema. O uso comum do termo “modelo de gestão de dados” geralmente refere-se a um conjunto de métodos de análise de dados que possuem diferentes características, tipos e origens, e que se inter-relacionam de alguma forma. Para tanto, um modelo de gestão de dados dessa natureza deve conter um conjunto de procedimentos lógicos, que permitam sua implementação em linguagem de computação. Nesse sentido, o resultado da implementação em linguagem computacional de um modelo de gestão de dados de pesquisa é a seguir descrito e detalhado.

O sistema é composto de quatro módulos que compreendem os procedimentos relativos à operação do banco de dados de pesquisas ecológicas, criado como exemplo de aplicação. Esses módulos permitem a entrada e atualização de dados, sua visualização, a realização de diferentes tipos de pesquisas, bem como a geração de relatórios. Esses módulos podem ser acessados por meio de ícones presentes na tela inicial do sistema.

4.1 CONSISTÊNCIA E NORMALIZAÇÃO DOS DADOS

Durante essa etapa de consistência foram identificados vários tipos de erros. Valores referentes a uma mesma variável estavam escritos de forma diferente. A variável nome do pescador, por exemplo, foi digitada com diversas grafias, apesar de se referir a uma mesma pessoa, resultando assim em variações como Zé Luis, Zé Luiz, Ze Luiz, Ze Luis e Ze Luís, quando o nome correto era José Luiz.

No intuito de solucionar este problema, para cada variável onde poderiam ocorrer esses tipos de erro, foi criada uma planilha auxiliar com apenas uma variável contendo todos os valores originais de todas as planilhas que continham a mesma variável. Esse variável recebeu então um filtro onde foram padronizados e eliminados os nomes duplicados. Por exemplo, após este processamento, onde existiam os nomes Raul Gomes e Raul Gómez, o mesmo foi padronizado para Raul Gomes, com a utilização do comando “Localizar e Substituir”, aplicado em todas as planilhas que continham esta informação.

Outro tipo de erro relacionado à consistência dos dados foi a forma de inserção de certas informações, como por exemplo o nome dos pescadores que saíram para pescar em uma determinada data. Estas informações estavam agrupadas em um único campo, ocorrendo situações como planilhas que possuíam um campo intitulado “PESCADORES”, onde os dados foram inseridos em uma única célula, separados por barras, como por exemplo “Paulo/João/José ou Garcia/Pedro/Augusto”. Essa forma de armazenamento impossibilita a análise individual dos pescadores e a criação de relacionamentos utilizando este campo, pois existiam inúmeras combinações.

Para corrigir este problema foi criada uma planilha auxiliar onde o campo foi copiado. Isso feito, identificou-se que o número máximo de pescadores que ocorriam em uma única célula era cinco. Por meio de uma série de procedimentos disponibilizados no programa *Excel®*, estes campos foram separados em quatro campos distintos denominados Pescador 1, Pescador 2, Pescador 3, Pescador 4 e Pescador 5, possibilitando assim a criação de relacionamentos em uma segunda fase.

Nas planilhas referentes aos dados de produção de peixes, além do erro de vários dados inseridos em uma única célula, já mencionado, havia outro erro que era o da forma como estavam disponibilizados os dados referentes às espécies de peixe pescadas. Existia um campo para cada espécie de peixe com o respectivo registro do peso pescado para aquela determinada espécie. O problema é que além de existirem mais de trinta campos na planilha, a maioria deles não continha valores, pois os pescadores normalmente saem para pescar uma determinada espécie e por

conseqüência natural acabavam pescando outras espécies, que eram registradas, mesmo em pequena quantidade.

Para solucionar esse erro foi identificado o número máximo de espécies pescadas, que resultou em quatro espécies principais, que foram então armazenadas em oito campos específicos, a saber, Espécie 1, Peso da Espécie 1; Espécie 2, Peso da Espécie 2, e sucessivamente para as quatro possíveis espécies, reduzindo dessa forma significativamente o tamanho das planilhas resultantes.

No processo de normalização inicialmente foram identificados os campos de cada planilha eletrônica que possuíam dados que se repetiam. Por exemplo, na planilha referente à pesquisa de produção de camarão, o campo “VILA” possuía vários nomes que se repetiam, visto que é usual o mesmo grupo de pescadores, habitantes de uma mesma vila, saírem pescar juntos na mesma embarcação. Para evitar a repetição de nomes, que podem levar a erros, foram criadas tabelas únicas contendo campos que possuíam os mesmos dados. Dessa forma, a descrição do campo “VILA”, presente em diferentes planilhas eletrônicas, ficou restrito a uma única tabela criada, que é acessada por todas as demais que possuam esse campo (Figura 09).

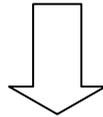
Seguindo esse procedimento, foram então criadas sete tabelas primárias, a saber, de VILAS, de COLETORES, de EMBARCAÇÕES, de PESCADORES, de LOCALIDADE (Sítios Pesqueiros), de PEIXES e de ARTE, que em conjunto com oito tabelas específicas, compõem o banco de dados final. Cada uma dessas tabelas possui todos os dados relacionados ao seu título de forma única, e cujo conteúdo pode ser acessado por campos relacionais existentes nas demais tabelas. Por exemplo, a tabela “PESCADORES” possui um registro para cada pescador cadastrado no banco de dados independente da pesquisa que o cadastrou, o mesmo ocorrendo com as demais tabelas.

Com o intuito de minimizar o tamanho do banco de dados, maximizar a velocidade de processamento e respeitar as regras de normalização para a elaboração de um banco de dados relacional, foi criado em cada uma das tabelas um campo comum, que é conhecido como chave de indexação primária. Dessa forma na tabela “PESCADORES”, por exemplo, cada pescador recebeu um código único, que é utilizado em todas as tabelas que contêm esse dado, onde o nome do

pescador foi substituído por esse código. Dessa forma, as tabelas passaram a conter apenas os códigos de campos comuns a várias tabelas e os dados específicos a ela, reduzindo significativamente o tamanho do banco de dados e evitando a ocorrência de campos com valores nulos ou em branco.

FORMATO DA PLANILHA ELETRÔNICA ORIGINAL

VILA	DATA	TOTAL PESCADO (kg)
Barra do Superagüí	01/01/2001	30
Barra do Superagüí	03/01/2001	50
Laranjeiras	04/01/2001	26



TABELAS DO BANCO DE DADOS

VILAS

COD_VILA	DESCRIÇÃO
1	Barra do Superagüí
2	Laranjeiras
3	...
4	...

PRODUÇÃO CAMARÃO

COD_VILA	DATA	TOTAL PESCADO
1	01/01/2001	30,0
1	03/01/2001	50,0
2	04/01/2002	26,0
...

FIGURA 09 - EXEMPLO DE TRANSFORMAÇÃO DE UMA PLANILHA ELETRÔNICA EM TABELAS DE UM BANCO DE DADOS NORMALIZADO.

A adoção desse procedimento implica que as tabelas criadas não podem mais ser utilizadas como uma planilha eletrônica do programa *Excel®*, pois o conteúdo de cada campo em cada registro contém apenas um valor que representa um código pertencente a uma outra tabela e a ele relacionado pela chave primária. Todas as tabelas criadas, com seus respectivos campos, valores e relacionamentos,

passam a formar um banco de dados em formato *Data Base File* do programa Access®. A utilização do programa Access®, foi escolhida devido a sua interface de trabalho amigável, seus recursos disponíveis, sua facilidade de uso e sua grande popularidade.

4.2 TELA INICIAL DO SISTEMA

A interface de trabalho do sistema, representada por sua tela inicial e apresentada na Figura 10, foi desenvolvida com o intuito de facilitar a operação do sistema por parte de usuários menos familiarizados com sistemas de bancos de dados. Desse modo, a interface foi estruturada de forma simples e objetiva, visando à entrada e atualização de dados, com suas respectivas restrições, assegurando a padronização e integridade dos valores armazenados, bem como facilitando sua visualização.



FIGURA 10 -INTERFACE PRINCIPAL DO SISTEMA REPRESENTADA POR SUA TELA INICIAL.

Tendo em vista que um banco de dados direcionado à área de pesquisa não tem objetivos específicos previamente definidos, ou seja, deve gerar qualquer conjunto de informações requeridas pelo usuário, os módulos de pesquisa e geração de relatórios, não foram incluídos na tela inicial do sistema, pois neles não poderiam ser programadas todas as possíveis buscas que venham a ser realizadas no banco de dados, deixando a tarefa de definição do tipo de busca ao usuário. Essa alternativa será, entretanto, exemplificada mais adiante.

A interface possui, em sua tela inicial (Figura 10) três opções, a saber, “INSERIR DADOS”, “VISUALIZAR TABELAS” e “INSERIR DADOS PRIMÁRIOS”. Cada opção pode ser acessada pressionando-se o ícone correspondente.

4.3 INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DOS DADOS

Ao selecionar a opção “INSERIR DADOS” é aberta uma tela contendo as opções para a inserção ou atualização dos valores referentes às tabelas que contêm dados de água, biometria do camarão, biometria do mexilhão e monitoramento da produção. A tela apresentada é mostrada na Figura 11.

A primeira opção “ÁGUA” abre uma tela denominada “INSERIR DADOS DE ÁGUA” (Figura 12), que permite a escolha para inserção e atualização dos valores referentes às pesquisas das quantidades de elementos químicos (ANÁLISE QUÍMICA) ou dos valores referentes aos metais (METAIS), existentes na água. Se for escolhida a opção “ANÁLISE QUÍMICA”, é apresentada a tela mostrada na Figura 13, enquanto que para a opção “METAIS” é apresentada a tela da Figura 14.

A tela “ANÁLISE QUÍMICA” contém os dados do local, estação e localização da coleta, data hora, profundidade do local de coleta, data, hora, tipo de maré, e variáveis específicas referentes aos resultados da análise química da amostra coletada. A tela “METAIS” contém dados do local, data e quantidades dos elementos encontrados na amostra obtida.



FIGURA 11 - TELA PARA INSERÇÃO DE DADOS NAS TABELAS ÁGUA, BIOMETRIA DO CAMARÃO, BIOMETRIA DO MEXILHÃO E MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO.



FIGURA 12 - TELA DE OPÇÕES PARA REGISTRO DE DADOS REFERENTES ÀS ANÁLISES QUÍMICAS OU METAIS EXISTENTES NA ÁGUA.

ÁGUA QUÍMICA

Label	1	Oxi diss (ml/l)	4,8703687145
Estação	b	Oxi diss (mg/l)	6,9646272617
Localidade	Barra Dentro	Sat% OD	97,798568564
Data	6/10/2001	DBO (mg/l)	0,4100989797
Hora	08:50:00	PO4org to	0,2080341880
Prof (m)	9	N org to	12,947614885
Prof amostrada (m)	5	PO4	0,1459646910
Maré	baixa parada	Si(OH)4	7,9311916154
Altura	1,9083333333	NO2	0,0431996931
Secchi (m)	3,1	NO3	0,0562136055
Salinidade	32	NH4	0,6146245059
Temp.	23	NID	0,7140378045
pH	8,22	NP	4,8918529500
Alcalinidade	2033	Clorofila conc(ug/l)	2,1920351443
Sat%CO2	96,7	Feofitina conc(ug/l)	0,7484048557
		Seston (mg/l)	19,785714286

Registro: 1 de 93

FIGURA 13 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES ÀS ANÁLISES QUÍMICAS EXISTENTES NA ÁGUA.

ÁGUA METAIS

COD_Local	Barra Dentro
Data	1/5/2002
As µg/L	0,176
Hg µg/L	0,98
Cu mg/L	<0,001
Zn mg/L	0,087
Pb mg/L	<0,001
Cd mg/L	0,089
Ba mg/L	2,876
Cr mg/L	<0,001
Fe mg/L	0,308
Mn mg/L	0,037
Ni mg/L	<0,001

Registro: 4 de 16

FIGURA 14 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES AOS METAIS EXISTENTES NA ÁGUA.

Em todas as telas ou formulários criados existe uma barra de rolagem chamada “Registro”, localizada no canto inferior esquerdo, que possibilita a navegação nos registros existentes na tabela sendo utilizada. É possível visualizar o primeiro registro (|<), o próximo (>), o anterior (<), o último (>|) e inserir um novo registro (>*).

No intuito de facilitar a entrada de dados, assegurar sua integridade e consistência e evitar a entrada de valores incorretos, que possam gerar problemas no funcionamento do sistema, sempre que possível foram criadas caixas de rolagem contendo os valores válidos para os campos que possuem relacionamentos com outras tabelas. Por exemplo, o campo “Localidade” permite que o usuário selecione a localidade desejada dentre as existentes (FIGURA 15).

The screenshot shows a software window titled "ÁGUA QUÍMICA" with a blue header bar. The main area is a data entry form with two columns of fields. The left column contains fields for "Label" (value: 1), "Estação" (value: b), "Localidade" (dropdown menu showing "Barra Dentro" selected), "Data" (dropdown menu showing "Barra Dentro" selected), "Hora", "Prof (m)", "Prof amostra" (value: 6), "Maré", "Altura" (value: 1,908333333333333), "Secchi (m)" (value: 3,1), "Sal" (value: 32), "Temp" (value: 23), "pH" (value: 8,22), "Alcalinidade" (value: 2033), and "Sat%CO2" (value: 96,7). The right column contains fields for "Oxi diss (ml/l)" (value: 4,87036871448), "Oxi Diss (mg/l)" (value: 6,96462726170), "sat% OD" (value: 97,7985685638), "DBO (mg/l)" (value: 0,41009897966), "PO4org to" (value: 0,20803418803), "N org to" (value: 12,9476148851), "PO4" (value: 0,14596469105), "Si(OH)4" (value: 7,9311916154), "NO2" (value: 0,0431996931), "NO3" (value: 0,0562136055), "NH4" (value: 0,6146245059), "NID" (value: 0,7140378045), "NP" (value: 4,8918529500), "Clorofila conc(ug/l)" (value: 2,1920351443), "Feofitina conc(ug/l)" (value: 0,7484048557), and "seston mg/l" (value: 19,785714286). At the bottom left, there is a "Registro:" label followed by navigation icons and a text box containing "1" and "de 93".

FIGURA 15 - EXEMPLO DE CAMPO CONTENDO BARRA DE ROLAGEM PARA ENTRADA DE VALORES.

Caso o valor que o usuário deseja inserir não esteja contido na barra de rolagem, é possível sua inclusão. Para tanto, basta pressionar o *mouse* duas vezes encima da barra de rolagem em questão e se abrirá uma nova tela (Figura 16), que

permite a inclusão de novo valor. O novo valor será armazenado na tabela respectiva, que uma vez fechada passa a disponibilizar o novo valor sempre que necessário, em todas as telas onde esse campo estiver presente.



FIGURA 16 - EXEMPLO DE INCLUSÃO DE UM NOVO VALOR EM CAMPO CONTENDO BARRA DE ROLAGEM.

Para o cadastro e atualização dos dados referentes às pesquisas direcionadas à biometria do camarão, foi criada uma tela inicial que diferencia os dados referentes às duas espécies de camarão estudadas, o camarão branco e o camarão sete barbas (Figura 17).

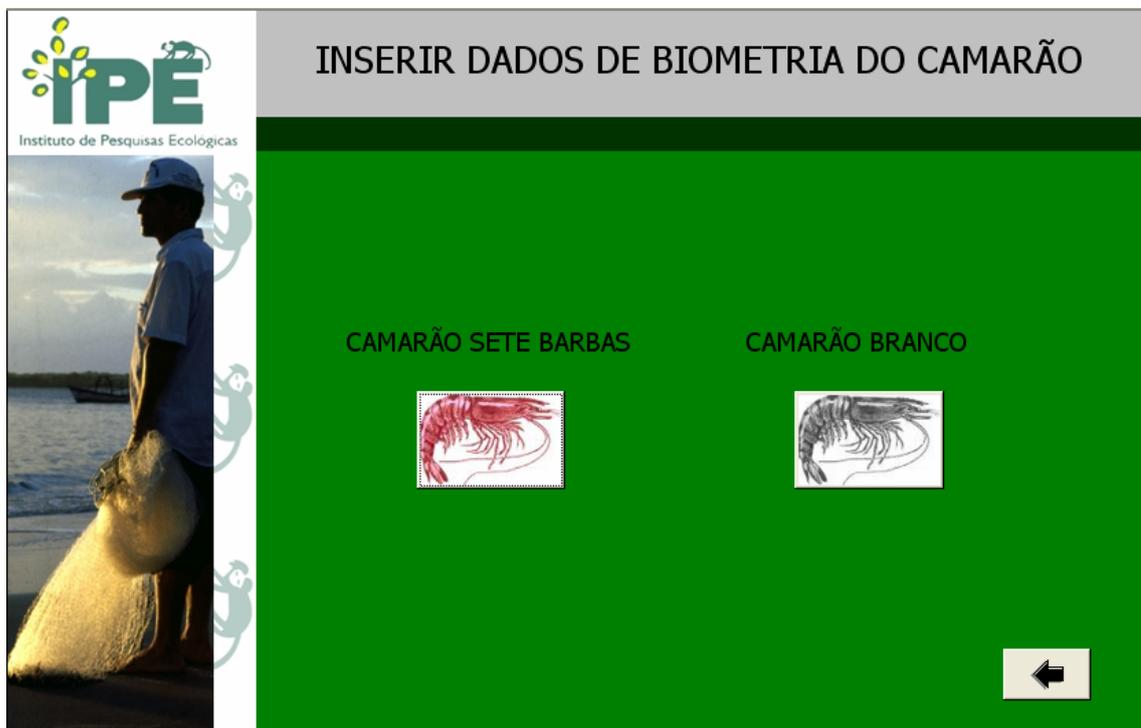


FIGURA 17 - TELA INICIAL DE INCLUSÃO DOS DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO CAMARÃO SETE BARBAS E BRANCO.

Os dados da biometria das duas espécies de camarão foram separados em tabelas distintas, uma para cada espécie. As tabelas são idênticas em seu conteúdo, variando apenas a espécie e contém, para cada indivíduo mensurado, os dados referentes ao sexo, comprimento do indivíduo, cefalotórax, peso, estágio de desenvolvimento, data e local onde foi realizada a coleta do camarão. O campo “Localidade” também é estruturado de forma que o usuário possa escolher a localidade desejada dentre as previamente cadastradas, assegurando que as regras de normalização sejam respeitadas, pois o conteúdo desse objeto é carregado a partir de uma tabela específica e comum do banco de dados. A tabela contém ainda um campo para inserção de observações, onde serão digitadas informações específicas a respeito da coleta efetuada, que possam influenciar a amostra coletada, como por exemplo, as condições meteorológicas na data da coleta. As telas de inclusão e atualização dos dados de biometria das duas espécies de camarão são apresentadas nas Figuras 18 e 19.

A imagem mostra uma janela de software com o título "BIOMETRIA SETE BARBAS". O formulário contém os seguintes campos:

Indivíduo	109
Sexo	M
Comprimento (mm)	75
Cefalotórax (mm)	11,1
Massa (g)	1,82
Estágio	III
Data	1/6/2002
Localidade	Costa do Mangue Seco
Observações	

Na base da janela, há uma barra de controle com o texto "Registro: 1000 de 4553" e ícones para navegação (setas e um ícone de estrela).

FIGURA 18 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO CAMARÃO SETE BARBAS.

Indivíduo	55
Sexo	F
Comprimento (mm)	131
Cefalotórax (mm)	31,7
Massa (g)	18,04
Estágio	II
Data	26/6/2003
Local	Guapicum
Observações	

Registro: 1007 de 1017

FIGURA 19 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO CAMARÃO BRANCO.

Se a opção escolhida na tela de inserção de dados de pesquisas for “BIOMETRIA DO MEXILHÃO” (Figura 11), a tela da Figura 20 é apresentada.

Indivíduo	99
Comprimento (mm)	29,8
Rede	1
Data	6/11/2002
COD_Vila	Barra do Superagui
Comp. Rede (m)	1,35
Massa Rede Suja (kg)	3,1
Massa Rede Limpa (kg)	2,8
Massa Rede (kg)	0,17
Total Ind. (kg)	577
Massa Carne (kg)	140,25
Massa Concha (kg)	260,12
Observações	

Registro: 1001 de 1502

FIGURA 20 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À BIOMETRIA DO MEXILHÃO.

Além dos dados de biometria do mexilhão como número de indivíduos, peso de carne e das conchas, também são armazenados valores referentes ao comprimento e peso total da rede, peso da rede limpa e peso da rede suja, pois esses valores são importantes devido à presença de outros elementos de biomassa que são encontrados quando da utilização das redes.

As pesquisas voltadas ao monitoramento da produção de peixes e camarões são as que possuem o maior número de registros. Os dados referentes à produção de camarão, por exemplo, possuem mais de 6000 registros. Para a manipulação desses dados foram criadas duas opções específicas, uma para os dados de produção de peixes e outra para a produção de camarões, apresentadas na Figura 21.



FIGURA 21 - TELA DE OPÇÕES DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES AO MONITORAMENTO DA PESCA.

A opção “MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE CAMARÃO” aciona a tela apresentada na Figura 22, enquanto que a opção “MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE PEIXES” mostra a tela da Figura 23.

As tabelas de inserção e atualização da produção de camarão e de peixes possuem diversos campos cujo valor ou conteúdo pode ser escolhido dentre valores previamente definidos, obtidos de tabelas auxiliares chamadas tabelas de dados primários, detalhadas em item específico. A consistência dos valores a serem armazenados exigiu grande esforço, tendo em vista que as planilhas eletrônicas originais não possuíam nenhuma padronização. Essa padronização é de extrema importância, principalmente quando são feitas buscas em diferentes tabelas do banco de dados, quando dados de origens distintas são cruzados.

PRODUÇÃO DE CAMARÃO			
Vila	Barra do Superagui	Cam. Branco (kg)	28
Coletor		Cam. Ferro (kg)	
Barco	Santa Izabel	Misturado (kg)	0
Pescador 1	Elizeu	Catado (kg)	87
Pescador 2	Ezequiel	Total Pescado (kg)	115
Pescador 3		N de Arrastos	4
Pescador 4		Arte	Rede de Porta
Data	26/4/2002	Desembarque	
Localidade 1	Costa do Mangue Se	Observações	
Localidade 2			
Localidade 3			
Saída	06:00:00		
Chegada	18:00:00		
Horas Trabalhadas	12:00:00		

Registro: 1051 de 6200

FIGURA 22 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À PRODUÇÃO DE CAMARÃO.

4.4 VISUALIZAÇÃO DE TABELAS

A segunda opção da tela inicial (Figura 11) permite o usuário visualizar e editar todas as tabelas existentes no banco de dados (Figura 24).

PRODUÇÃO DE PEIXE

Vila	Barra do Superagui	Espécie 1	Betara	Massa Espécie 1 (kg)	7	
Coletor	Ariel	Espécie 2	Membeca	Massa Espécie 2 (kg)	21	
Barco	Togo	Espécie 3		Massa Espécie 3 (kg)		
Pescador 1	Ivan	Espécie 4		Massa Espécie 4 (kg)		
Pescador 2	Creuzione				TOTAL Pescado (kg)	28
Pescador 3						
Pescador 4						
Pescador 5						
Data	5/10/2003	Nº de Lanços	3			
Localidade 1	Ponta do Banco	Arte	Lanço			
Localidade 2	Costa do Mangue Sec	Desembarque	Arlindo			
Saída	05:37:00	Observações				
Chegada	12:00:00					
Horas Trabalhadas	06:23:00					

Registro: 2065 de 2930

FIGURA 23 - TELA DE INSERÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE DADOS REFERENTES À PRODUÇÃO DE PEIXES.

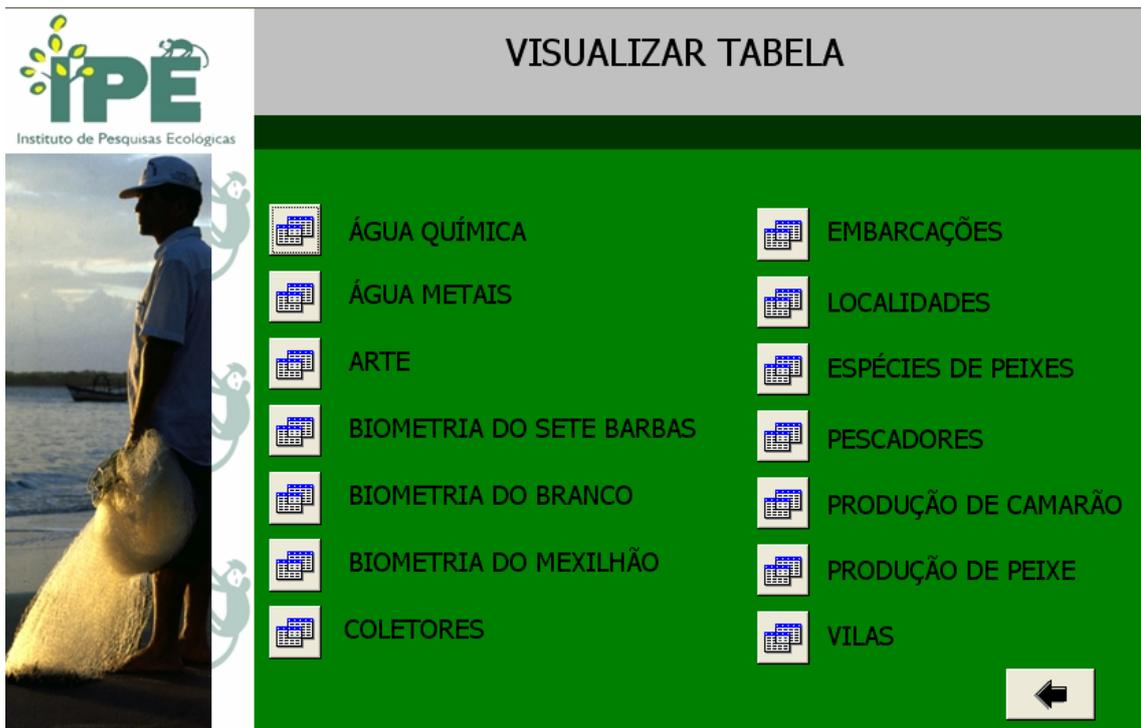


FIGURA 24 - TELA DE VISUALIZAÇÃO E ACESSO ÀS TABELAS COMPONENTES DO BANCO DE DADOS CRIADO.

O acesso a essas tabelas permite não apenas sua visualização, mas também a realização de alterações e inserção de novos registros. As tabelas são apresentadas no formato padrão de um banco de dados desenvolvido com o programa Access®, sendo que as regras de relacionamento devem ser observadas quando da inserção ou atualização dos dados, e assegurando dessa forma a integridade dos dados. A Figura 25 apresenta um exemplo de visualização de uma tabela componente do banco de dados.

COD_Pescado	Pescador	Obs
1	Adalberto	
2	Adalto	
3	Adalto dos Sant	
4	Ademir	
5	Adevilso	
6	Adilson	
7	Adriano	
8	Agnaldo	
9	Ailton	
10	Alcendino	
11	Alexandre	
12	Alisson	
13	Almir	
14	Almir Chandecc	
15	Altair	
16	Amarildo	
17	Amarildo Filho	
18	Ameja	
19	Anderson	
20	Andre	
21	Aneja	
22	Antonio	
23	Antonio Costa	
24	Antonio Rita	
25	Antonio Satuca	
26	Ari	

FIGURA 25 - EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO DA TABELA “PESCADORES”, COMPONENTE DO BANCO DE DADOS.

4.5 INSERÇÃO DE DADOS PRIMÁRIOS

A terceira e última opção existente na tela inicial (Figura 11), disponibiliza ao usuário a opção de inserir dados nas tabelas denominadas primárias do banco de dados. Essa tabela contém dados que são obtidos e cadastrados apenas uma vez e que não recebem novos registros com frequência, como vilas, coletores, embarcações, pescadores, localidades de pesca (pesqueiros), peixes e arte. Essas

tabelas são chamadas primárias por serem as tabelas básicas que dão suporte aos relacionamentos criados no banco de dados (Figura 26).



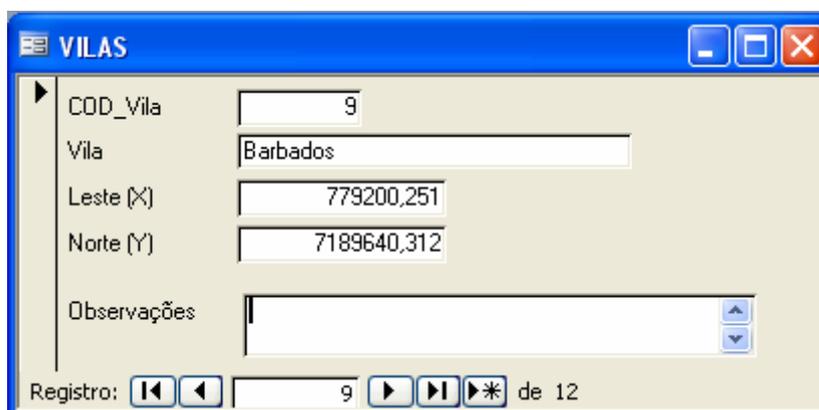
FIGURA 26 - TELA CONTENDO AS TABELAS PRIMÁRIAS QUE COMPÕEM O BANCO DE DADOS.

A Figura 27 apresenta a tela de inserção e edição da tabela primária do banco de dados denominada “PESCADORES”. Cada pescador é cadastrado com um código único, seguido de seu nome e de um campo que permite a inclusão de observações referentes ao pescador cadastrado.



FIGURA 27 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “PESCADORES”.

A tabela primária referente às vilas pode ser acessada por meio da tela mostrada na Figura 28. Cada vila contém um código único, seu nome e suas coordenadas geográficas em unidades UTM. O campo observações permite que se armazene dados referentes a cada uma das vilas cadastradas.



The screenshot shows a software window titled 'VILAS'. It contains several input fields: 'COD_Vila' with the value '9', 'Vila' with 'Barbados', 'Leste (X)' with '779200,251', and 'Norte (Y)' with '7189640,312'. There is a large text area for 'Observações'. At the bottom, a record navigation bar shows 'Registro: 9 de 12' with navigation icons.

FIGURA 28 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “VILAS”.

As localidades onde os dados de pesquisa são coletados são cadastradas na tabela primária “LOCALIDADES”, que contém um código único, sua descrição e as observações a ela pertinentes. A tela de acesso aos registros da tabela é apresentada na Figura 29.

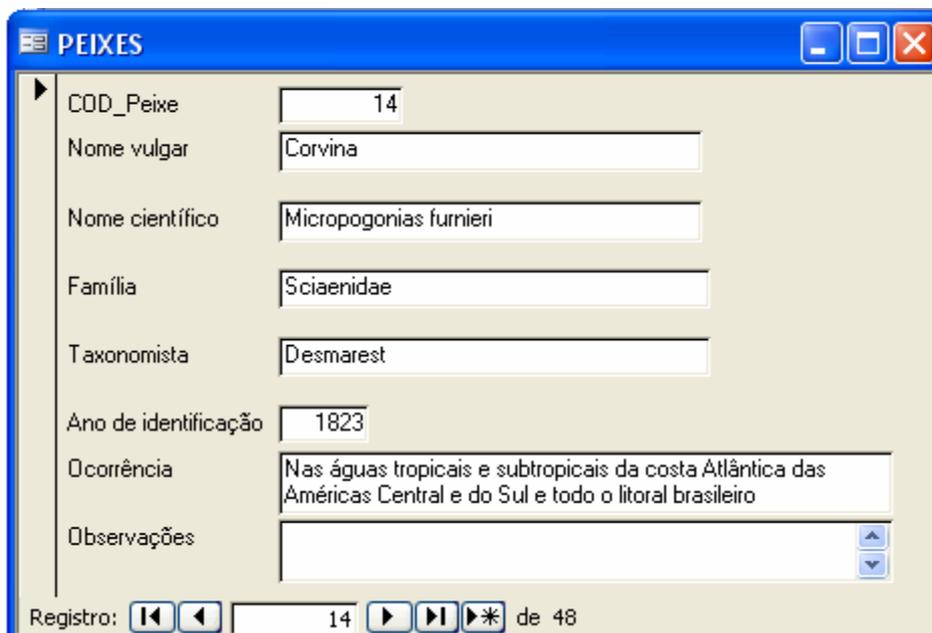


The screenshot shows a software window titled 'LOCALIDADES'. It contains several input fields: 'COD_Localidade' with the value '8', 'Localidade' with 'Costa da Canelinha', and a large text area for 'Observações'. At the bottom, a record navigation bar shows 'Registro: 8 de 49' with navigation icons.

FIGURA 29 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “LOCALIDADES”.

A tabela referente ao cadastro dos peixes pode ser acessada por meio da tela apresentada na Figura 30. Essa tabela, denominada “PEIXES”, contém o código de cada espécie de peixe, seu nome comum, nome científico, família, o taxonomista

que efetuou a identificação, a data de identificação e os locais de ocorrência da espécie.



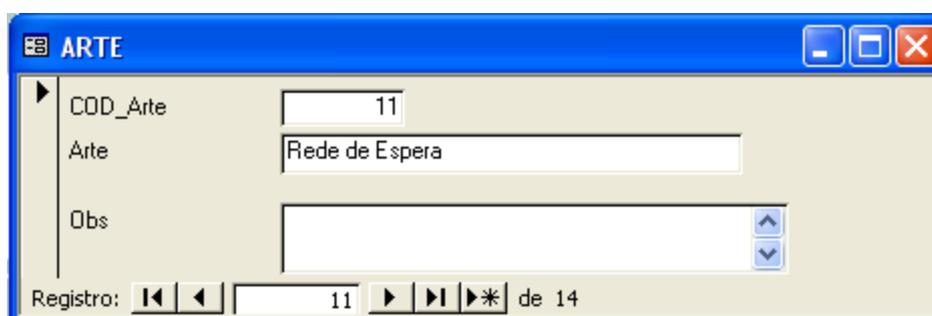
The screenshot shows a software window titled "PEIXES" with a blue header bar. The window contains a form with the following fields and values:

COD_Peixe	14
Nome vulgar	Corvina
Nome científico	Micropogonias furnieri
Família	Sciaenidae
Taxonomista	Desmarest
Ano de identificação	1823
Ocorrência	Nas águas tropicais e subtropicais da costa Atlântica das Américas Central e do Sul e todo o litoral brasileiro
Observações	

At the bottom of the window, there is a navigation bar with the text "Registro: 14 de 48" and several navigation icons (back, forward, search, etc.).

FIGURA 30 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA "PEIXES".

Os dados relativos ao tipo de pescaria efetuada, definida pelo tipo de aparato utilizado, são armazenados na tabela primária denominada "ARTE". O acesso à tabela é feito por meio da tela mostrada na Figura 31, que contém o código, o tipo de artefato e um campo onde são inseridas observações a respeito do tipo de artefato utilizado.



The screenshot shows a software window titled "ARTE" with a blue header bar. The window contains a form with the following fields and values:

COD_Arte	11
Arte	Rede de Espera
Obs	

At the bottom of the window, there is a navigation bar with the text "Registro: 11 de 14" and several navigation icons (back, forward, search, etc.).

FIGURA 31 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA "ARTE".

Os coletores, que são as pessoas que normalmente coletam a produção pescada nas diferentes vilas, são cadastrados na tabela “COLETORES”. Essa tabela (Figura 32) contém o código, o nome e as observações referentes ao coletor.

FIGURA 32 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “COLETORES”.

O cadastro das embarcações é feito na tabela primária “EMBARCAÇÕES” (Figura 33), onde os dados referentes aos barcos são armazenados. Contém informações referentes ao nome do barco, tipo e ano, motor, tamanho, número de redes com tipo e tamanho, nome do proprietário, que às vezes não é o mesmo que o do pescador, nome e número de pescadores que o utilizam, as reformas realizadas e em que ano, a vila na qual o barco está operando e um campo que pode receber observações a respeito do barco.

FIGURA 33 - TELA DE INSERÇÃO E EDIÇÃO DA TABELA PRIMÁRIA “EMBARCAÇÕES”.

Embora as tabelas normalmente não costumem receber novos campos, elas permitem ao usuário a criação de um novo campo para a inserção de novos dados referentes aos registros já existentes. Por exemplo, um novo campo na tabela “PESCADORES” poderia ser incluído para armazenar a vila onde o pescador reside ou sua data de nascimento. Essa flexibilidade permite o armazenamento de dados necessários em futuras pesquisas ou cruzamentos que se façam necessários, enriquecendo o conteúdo do banco de dados.

As tabelas primárias contêm alguns dados voltados aos aspectos sociológicos envolvidos nas pesquisas realizadas em um parque nacional, daí decorrendo sua importância.

4.6 CONSULTAS

As consultas ao banco de dados criado podem ser feitas pelo uso de um procedimento, denominado “Assistente de Consultas”, existente no programa Access®. Essa ferramenta do programa permite que o usuário inter-relacione dados existentes em qualquer tabela, desde que as tabelas possuam campos comuns, permitindo também que sejam geradas informações com base nas buscas efetuadas. Dessa forma, informações sobre, por exemplo, as quantidades totais, subtotais, médias, máximas e mínimas pescadas em determinada data e locais, poder ser obtidas. A ferramenta do programa permite ainda o agrupamento das informações geradas em diferentes níveis, de acordo com a escolha do usuário.

A Figura 34 apresenta o resultado parcial de um exemplo de consulta onde foi solicitado o resumo da produção de camarão por ano e em cada localidade (sítio pesqueiro), apresentando o total pescado no ano, a média pescada por dia e os valores máximos e mínimos pescados em um dia. Essa consulta poderia ainda ser inter-relacionada com valores de outras tabelas como, por exemplo, o valor do pH médio da água onde foram obtidas as produções, que está registrado na tabela de “Análise Química da Água”, que possui um campo denominado “Localidade” que relaciona as duas tabelas.

LOCALIDADE	ANO	TOTAL PESCADO (kg)	MÉDIA ANUAL (kg)	MÍNIMO (kg)	MÁXIMO (kg)
Abricó	2004	0	0,00	0	0
Baia	2001	1	1,00	1	1
Baia	2002	1	1,00	1	1
Baia	2003	21	21,00	21	21
Baia perto da Ilha	2004	0	0,00	0	0
Barra	2002	25	25,00	25	25
Costa	2002	40	40,00	40	40
Costa	2004	179	14,92	0	276
Costa do Ararapira	2002	426	47,33	4	180
Costa do Ararapira Fora	2002	41	41,00	41	41
...
...
...
...
...
Ponta do Encruso	2004	0	0,00	0	0
Ponta em Terra	2002	13	4,33	2,5	6,5
Ponta em Terra	2003	91	45,50	21	70
Ponta em Terra	2004	65	32,50	0	65
Ponta Fora	2002	1565,5	27,46	1	229
Ponta Fora	2003	595	74,38	2	142
Praia do Miguel	2001	20	20,00	20	20
Praia do Miguel	2002	543	41,77	8	80
Saco do Pereira	2001	70	70,00	70	70
Saco do Pereira	2002	285	40,71	10	80
Saco do Pereira	2003	150	50,00	40	60

FIGURA 34 - EXEMPLO PARCIAL DE BUSCA REALIZADA NO BANCO DE DADOS CONTENDO VALORES DE MÚLTIPLAS TABELAS.

4.7 INTERAÇÃO COM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O banco de dados criado, por possuir características de um *geodatabase*, também pode ser aberto por meio de programas que trabalhem com esses tipos de arquivos. No presente aplicativo o programa utilizado para obtenção de informações espacializadas foi *ArcGis 9.0®*. Quando o banco de dados é aberto pela ferramenta *ArcMap* disponível no programa, todas as tabelas alfanuméricas e espaciais ficam disponíveis, como mostrada na Figura 35.

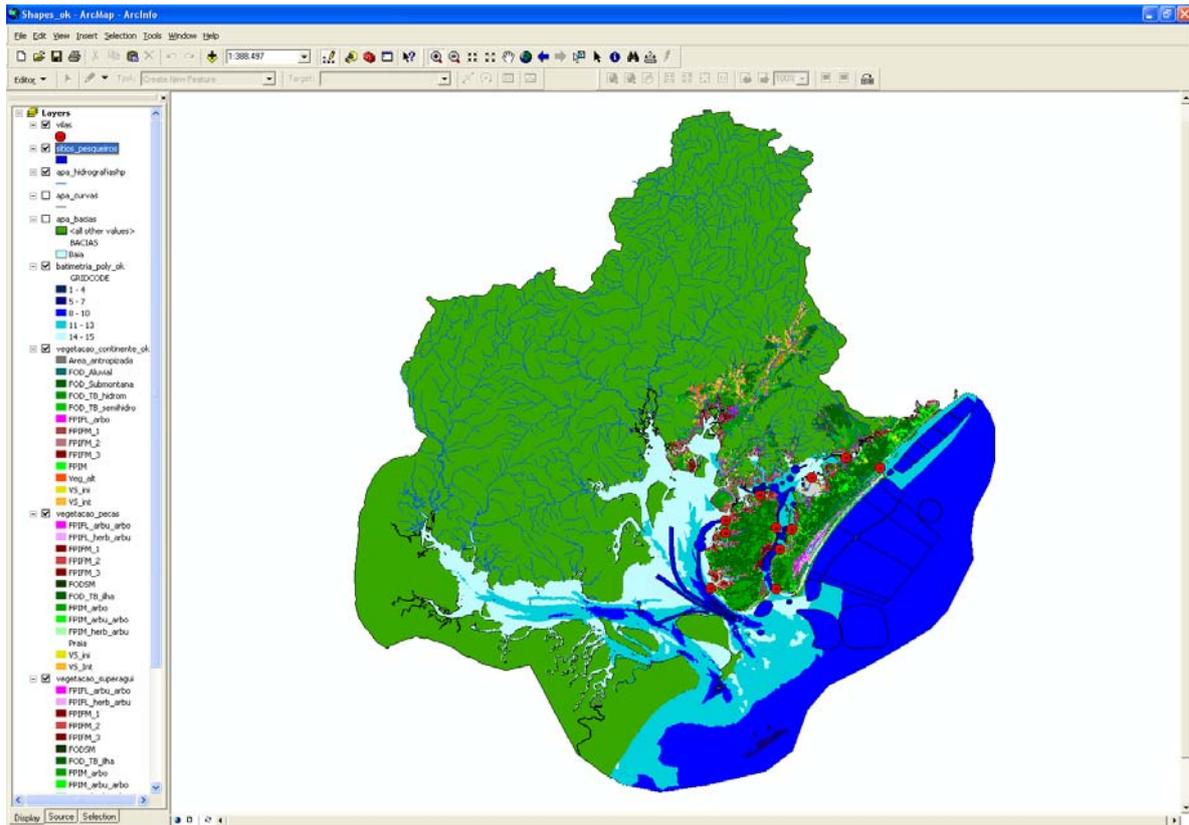


FIGURA 35 - EXEMPLO DE INTEGRAÇÃO DE DADOS ALFANUMÉRICOS E ESPACIAIS DE UM BANCO DE DADOS OBTIDO PELO USO DE UMA GEOFERRAMENTA.

O programa disponibiliza ferramentas de edição, pesquisa e visualização para o gerenciamento de dados espaciais, permitindo ao usuário realizar consultas, cruzar informações espaciais com alfanuméricas, realizar simulações e criar mapas segundo objetivos específicos de sua pesquisa. A título de exemplo, a Figura 36 apresenta todos os sítios pesqueiros cadastrados e mapeados.

Como os arquivos com dados espaciais fazem parte do banco de dados criado, o usuário que domine os conhecimentos básicos de funcionamento do programa utilizado pode, por exemplo, criar uma consulta sobre a produção total de camarão em todos os sítios pesqueiros no ano de 2002. Os resultados da consulta podem então ser agrupados em classes de produção e apresentados visualmente, como mostrado na Figura 37.

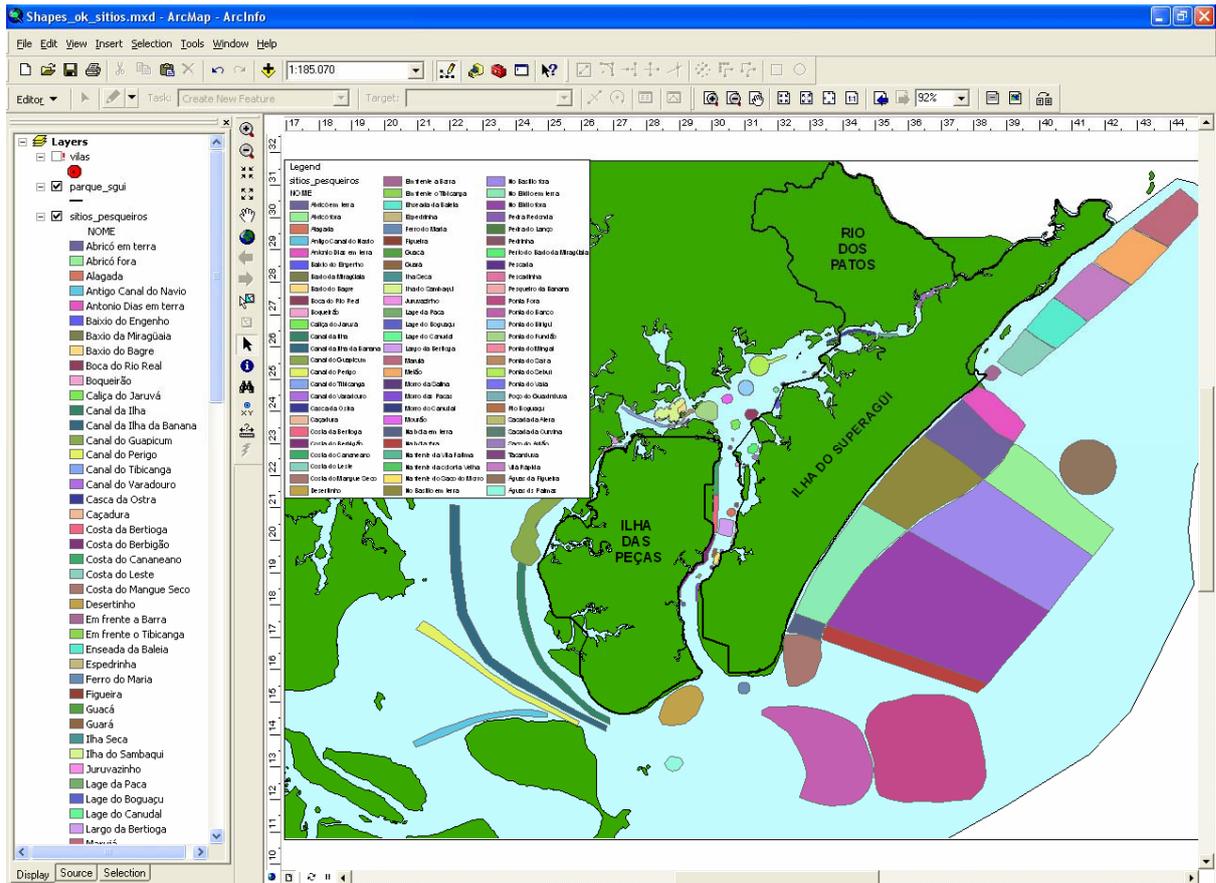


FIGURA 36 - EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO DE UMA BUSCA, APRESENTANDO OS SÍTIOS PESQUEIROS CADASTRADOS, OBTIDOS PELO USO DE UMA GEOFERRAMENTA.

O resultado dessa consulta poderia ainda ser relacionado com outras variáveis, como por exemplo, os valores da batimetria de cada sítio pesqueiro, ou ainda, a quantidade de metais pesados existente em cada um dos locais. Dessa forma fica aberto ao usuário pesquisar e visualizar qualquer inter-relação desejada, bastando para tanto que seja feita a consulta desejada. A disponibilização dessas ferramentas abre os horizontes dos resultados que podem ser obtidos de dados de pesquisas realizadas, propiciando uma análise mais profunda e detalhada dos dados coletados, com o conseqüente melhor entendimento do ecossistema como um todo.

O tipo de análise que as ferramentas apresentadas propiciam podem preencher a lacuna existente entre a coleta dos dados e sua análise efetiva. O que normalmente se observa em pesquisas ambientais é que, em que pese o grande número de dados coletados, poucos resultados práticos são obtidos, principalmente pelo desconhecimento das ferramentas computacionais hoje disponíveis.

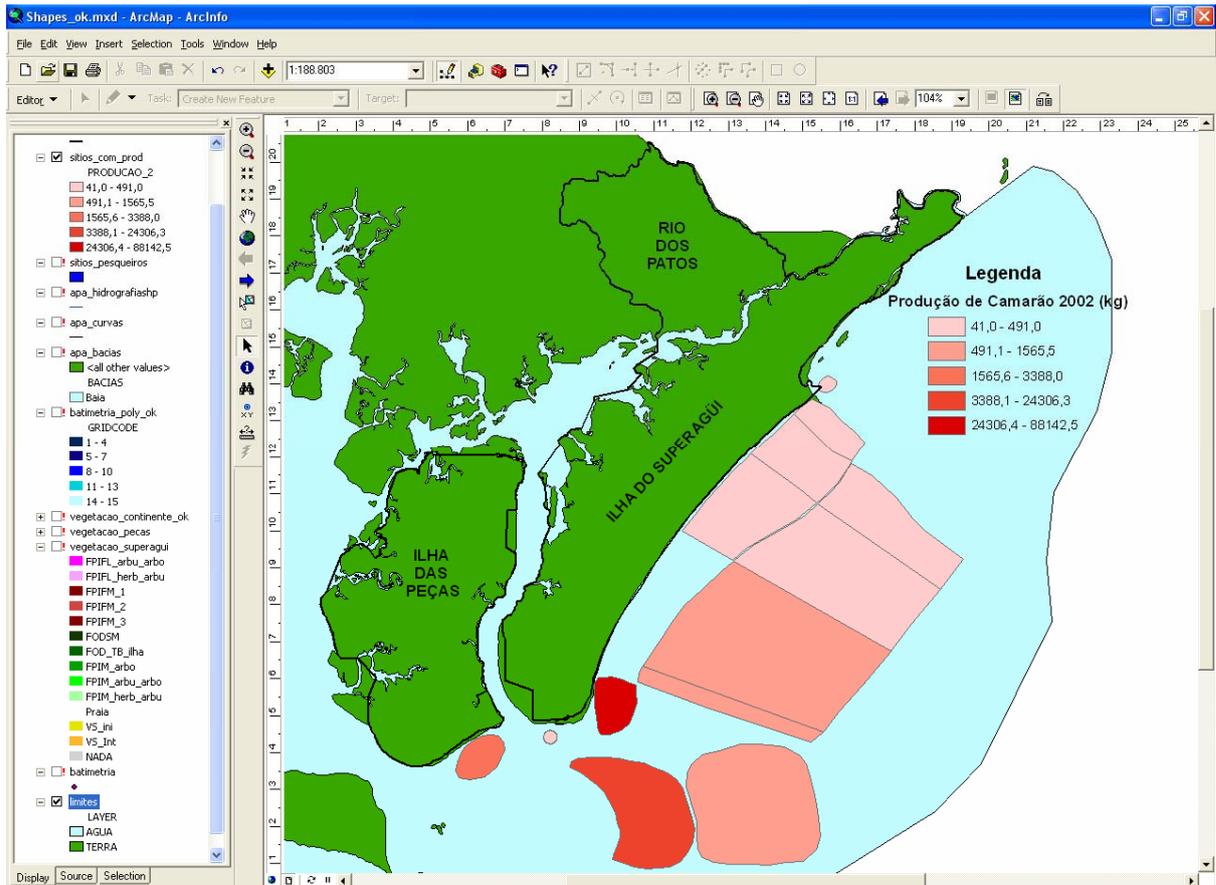


FIGURA 37 - VISUALIZAÇÃO DO RESULTADO DE UMA CONSULTA SOBRE A PRODUÇÃO DE CAMARÃO, EM TODOS OS SÍTIOS PESQUEIROS, DURANTE 2002, AGRUPADA EM CLASSES DE PRODUÇÃO.

Devido à queda no custo de armazenamento, tornou-se prática comum o armazenamento de dados em sistemas computacionais, fazendo com que a quantidade de dados armazenados em diferentes bases cresça em grande velocidade. Esse tipo de dados vem sendo muito valorizado pois eles contêm informações embutidas, como perfis de clientes, padrões de doenças ou relações ambientais que são difíceis de serem obtidas de forma direta. Usualmente, essas informações não estão disponíveis devido a falta conhecimentos no uso das ferramentas apropriadas para sua extração e está além da capacidade do ser humano analisar tamanha quantidade de dados e extrair relações significativas entre eles. Nesse contexto, o presente trabalho apresentou uma forma de relacionar dados de pesquisa de diferentes origens, coletados em um Parque Nacional, que foram estruturados em um banco de dados relacional e que interagem com uma geoferramenta.

Outros trabalhos desenvolvidos utilizam a tecnologia de banco de dados e geotecnologias, de forma isolada ou em conjunto. ALVES (2006), desenvolveu um sistema computacional de gestão para florestas plantadas, onde uma base de dados armazenada em um banco de dados é integrada a uma geotecnologia, permitindo a espacialização de informações.

CREPANI *et al.* (2001) utilizaram ambas as tecnologias para realizar um zoneamento ecológico-econômico, visando o ordenamento territorial na Amazônia. CHAGAS *et al.* (2004), utilizando os mesmos recursos, desenvolveram um Sistema de informações Georeferenciadas de solos do Brasil. SCHMIDLING *et al.* (1994) integraram técnicas de processamento digital de imagens, Sistemas de Informações Geográficas e banco de dados para o planejamento, monitoramento e zoneamento de áreas submetidas à extração de calcário. MENDES (2004) caracterizou os municípios brasileiros a partir de índices de solos, índices de clima e dados sócio-econômicos, a partir de um banco de dados, gerando uma base georeferenciada pelo uso de geotecnologias, que permitiu o estudo da complexidade dos municípios brasileiros, por meio de relações entre o desenvolvimento sócio-econômico e os recursos edafoclimáticos (interação entre solo e clima). LISBOA FILHO *et al.* (2001), estudaram a possibilidade de reutilização de esquemas de banco de dados em aplicações da área de gestão urbana, desenvolvidos com o uso de Sistemas de Informação Geográfica.

A utilização da tecnologia de banco de dados, pode ser exemplificada pelo trabalho de PEIXOTO (2005), que buscou conhecer o planejamento e desenvolvimento da informatização em três herbários brasileiros. Como principal conclusão sugeriu a integração dos dados dos herbários com um SIG, com ligações para dados sobre as espécies e o estabelecimento de uma rede de bancos de dados de coleções botânicas. Na mesma linha de pesquisa, MAGALHÃES *et al.* (2001) apresentaram uma proposta de concepção de um sistema de informações para a automação dos dados sobre a biodiversidade presente em coleções biológicas, tomando por base as coleções científicas existentes no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPE).

MARQUES (2002), percebendo que a base de dados do Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore crescia consideravelmente, desenvolveu um

ambiente que dá apoio a análise dos dados do programa. Utilizou para tanto as técnicas de armazenamento de dados (*Data Warehousing*) e de mineração de dados (*Data Mining*) para fornecer uma visão multidimensional dos dados, permitindo aos pesquisadores um maior poder de análise de seus dados. SILVA FILHO *et al.* (2002) criaram um banco de dados relacional para auxiliar no cadastro informatizado, na avaliação e no manejo da arborização de vias públicas.

A utilização de bancos de dados relacionais está presente em praticamente todas as áreas da ciência. SILVEIRA (2005), utilizou banco de dados relacional para armazenar dados oriundos do seqüenciamento de genomas, desenvolvendo o DBMODELING, que é um banco de dados relacional criado para evidenciar a importância dos métodos de modelagem molecular aplicadas ao genoma do *Mycobacterium tuberculosis*, que é a causa da morte de milhões de pessoas no mundo. SILVEIRA e NOVELLI (1991) utilizaram um gerenciador de banco de dados relacional no desenvolvimento de um sistema de armazenamento, manutenção e recuperação de informações em Estomatologia clínica, com o auxílio de microcomputador. HIDALGO (2004) desenvolveu um sistema de consultas para a análise de dados cadastrais de usinas hidrelétricas, enquanto que CUNHA (2004) desenvolveu sistemas avançados de previsão hidrológica e operação hidráulica em tempo real.

Na área de geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas, exemplos de utilização dessa geotecnologia são apresentados por vários autores. SCHOENINGER e KIRCHNER (2003) e SCHOENINGER (2002), utilizaram o geoprocessamento para avaliar a qualidade do palmito (*Eutepe edulis* MARTIUS) ao longo de um gradiente altimétrico. Como resultado, obtiveram um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que apresenta os valores de biomassa total e do creme e a densidade dos indivíduos na área estudada.

PIROLI *et al.* (2002) realizaram estudo com objetivo de verificar a viabilidade do uso de um SIG e imagem de satélite para a análise do uso atual da terra e localização de áreas onde pudessem estar ocorrendo conflitos entre a capacidade e uso do solo, na microbacia do Arroio do Meio, em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. SMANIOTTO *et al.* (2003) implementaram um Sistema de Informação Geográfica para o licenciamento e fiscalização da cobertura vegetal

natural, dentro da unidade espacial da propriedade rural, no Estado do Mato Grosso do Sul, visando auxiliar o licenciamento e a fiscalização de atividades florestais. FRASSON *et al.* (2001) geraram indicadores para o planejamento e conservação do meio ambiente, em nível municipal, a partir do uso de técnicas de geoprocessamento, para a localização de áreas propícias à implantação de aterros sanitários. O mapeamento e a caracterização da vegetação da Ilha do Superagüi, área objeto do presente, foi realizado com o uso de técnicas de geoprocessamento (SCHMIDLIN *et. al.*, 2005).

Visando a implantação de um manejo conservacionista, que assegure a sobrevivência do mico-leão-da-cara-preta (*Leontopithecus caissara*), SCHMIDLIN (2004) mapeou as áreas com habitats disponíveis aos micos a partir de técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas associadas a estudos de campo. LUZ (2002), com o objetivo de subsidiar ações de recuperação dos ecossistemas em uma área afetada por derramamento de óleo, utilizou imagens do satélite IKONOS e Sistema de informação Geográfica para apoiar a análise da ecologia da paisagem estudada. Sistema de Informação Geográfica também foram utilizados por FRANCISCO e IMAI (2003) para realizar uma representação espaço-temporal dos dados do cadastro de imóveis utilizados por prefeituras municipais.

Fica, dessa forma, pelos exemplos acima mencionados, que o uso de banco de dados relacionais constitui-se em ferramenta poderosa, para utilização nos mais variados campos de aplicação. A interação dessa ferramenta com as geotecnologias disponíveis aumenta ainda mais a validade dos trabalhos nessa área.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As tarefas de administração de dados de pesquisas ecológicas não raro são deixadas a cargo de auxiliares, pois raramente o pesquisador pode dedicar-se a esse trabalho. Muito embora a informática ofereça soluções para facilitar essas ações, a implementação dessas soluções demandaria ainda mais tempo e dedicação, nesse caso em uma área de conhecimento que grande parte dos pesquisadores não domina e, às vezes, até teme. A gestão efetiva de dados de natureza ecológica e sócio-econômica requer, principalmente, um conhecimento contínuo da dinâmica dos ecossistemas. A geração de conhecimento, no entanto, requer esforços consideráveis de levantamento, tratamento e análise dos dados coletados em campo.

Os pesquisadores têm que enfrentar o desafio de acessar e transformar uma vasta quantidade de dados, de forma eficiente, em informações úteis para subsidiar a gestão dos recursos naturais. Nesse sentido, os bancos de dados relacionais e as geoferramentas, podem contribuir de modo significativo para o acesso eficiente aos dados coletados, permitindo a modelagem e atribuição de caráter espacial às informações geradas, viabilizando múltiplas aplicações do conhecimento criado.

5.1 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciaram que:

- a maior contribuição desse trabalho refere-se ao desenvolvimento de um ambiente que incrementa o poder de análise de dados oriundos de pesquisas ecológicas e sócio-econômicas realizadas dentro de Unidades de Conservação da Natureza;

- os bancos de dados relacionais em pesquisas ecológicas constituem ferramentas adequadas para uso na elaboração de diagnósticos visando o planejamento da gestão de recursos naturais;

- a utilização de um Sistema de Informação Geográfica resultou em uma base de dados de pesquisas ecológicas e sócio-econômicas georreferenciada, que possibilitou uma visão global das características das áreas estudadas, pela possibilidade de interligação dos diversos tipos de dados armazenados;

- para o sucesso no processo de análise de dados de qualquer tipo coletados em Unidades de Conservação da Natureza, é imprescindível que sejam considerados aspectos relativos à escolha dos programas a serem utilizados dentre os disponíveis, ao tratamento dos dados, ao treinamento de pessoal e à digitação, correção e disponibilização dos dados;

- a necessidade de organizar corretamente os dados e os atributos a serem analisados, para que as consultas possam ser efetuadas eficientemente; e

- a etapa mais crítica do presente foi a extração dos dados da base original a partir de planilhas eletrônicas devido aos erros que foram encontrados.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Com relação a trabalhos futuros que possam complementar o que foi desenvolvido, destacam-se:

- a implementação de uma interface de consultas, por meio da utilização de uma linguagem de programação, que facilite a obtenção das relações desejadas e a representação dos resultados obtidos de forma espacializada, sem a necessidade de conhecimentos prévios para a utilização das geoferramentas utilizadas;

- a comparação do desempenho da solução relacional utilizada;

- a avaliação pelos usuários do sistema desenvolvido com relação ao desempenho e qualidade das consultas disponibilizadas; e

- a utilização de técnicas de mineração (*Data Mining*), para a análise de conjuntos de dados supervisionados, normalmente em grandes quantidades como os obtidos em pesquisas ecológicas e sócio-econômicas realizadas em Unidades de

Conservação da Natureza, para encontrar relacionamentos inesperados e resumir os dados em novas formas que são compreensíveis para o proprietário dos dados, dada a natureza interdisciplinar dos mesmos, pois existem estreitas relações entre as diversas pesquisas, em diferentes áreas de conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.V.G. **Sistema computacional para gestão de florestas plantadas**. Curitiba, 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

ALVES, M.V.G. ; KOEHLER, H.S. ; MELO FILHO, B. Utilização de um banco de dados relacional no sistema de informações geográficas (SIG) para o cadastro florestal. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 12, 2005. **Anais**. Goiânia: INPE, 2005. p. 2003-2009.

ASSAD, E.D. ; SANO, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**. Brasília: EMBRAPA, 1998. 434 p.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975. 351 p.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for earth resources assessment**. Oxford: Clarendon, 1986. 193 p.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982. 447 p.

CASTRO, A.F. ; SOUTOR, M.V.S. ; AMARO, V.E. ; VITAL, H. Desenvolvimento e aplicação de um banco de dados geográficos na elaboração de mapas da morfodinâmica Costeira e sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras localizadas no Estado do Rio Grande do Norte. Brasília: **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, p. 53-64, 2003.

CHAGAS, C.S. ; CARVALHO JÚNIOR, W. ; BHERING, S.B. ; TANAKA, A.K. ; BACA, J.F.M. Estrutura e organização do sistema de informações georreferenciadas de solos do Brasil (SIGSOLOS - VERSÃO 1.0). Campinas: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p. 865-876, 2004.

CONNELL, J. **Beginning Visual Basic 6 database programming**. Birmingham: Wrox Press, 1998. 861 p.

CONNELL, J. H. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. Washington: **Ecological Society of America - Ecology**, v.42, n.4, p.710-723, 1961.

COOD, E.F. A Relational model of data large shared data banks. San Jose: **ACM Transactions on database systems**, v.13, n.6, p.123-174, 1970.

CRAIG, W. ; OSENBURG, C. W. ; SARNELLE, O. ; COOPER, S. D. ; HOLT, R. D. Resolving ecological questions through meta-analysis: Goals, metrics, and models - Ecology. Washington: **Ecological Society of America - Ecology**, v.80, n.4, p. 1105-1117, 1999.

CREPANI, E. ; MEDEIROS, J.S. ; HERNANDEZ FILHO, P. ; FLORENZANO, T.G. ; DUARTE, V. ; BARBOSA, C.C.F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ordenamento territorial. São José dos Campos: **INPE-8454-RPQ/722**, 124 p., 2001.

CUNHA, L.K. **Sistemas avançados de previsão hidrológica e operação hidráulica em tempo real**. Curitiba, 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná.

DALCIN, E.C. Manejo informatizado da arborização urbana e coleções botânicas vivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1994, Vitória. **Anais**. Vitória: 1994.

DATE, C. J. **Introdução a sistemas de bancos de dados**. São Paulo: Campus, 2004. 803 p.

FLEMING, C. ; VONHALLE, B. **Handbook of relational database design**. New York: Addison-Wesley, 1988. 605 p.

FRANCISCO, H.R. ; IMAI, N.N. Temporalidade em SIG: aplicação em cadastro de imóveis. Curitiba: **Boletim de Ciências Geodésicas**, v9, n 1, p. 89-104, 2003.

FRASSON, A.R. ; WATZLAWICK, L.F. ; MADRUGA, P.R.A. ; SCHOENINGER, E.R. Avaliação de áreas propícias à instalação de aterros sanitários utilizando técnicas de geoprocessamento em sistemas eletroquímicos. Guarapuava: **Revista Ciências Exatas e Naturais**. v.3, n.1, p. 87-95, 2001.

FURTADO, A.L.; SANTOS, C.S. **Organização de Bancos de Dados**. São Paulo: Campus, 1979. 643 p.

GUREVITCH, J. ; MORROW, L.L. ; WALLACE, A. ; WALSH, J.S. A meta-analysis of competition in field experiments. Chicago: **American Naturalist**, v.140, n.4, p. 539-572, 1992.

HADDAD, R. **Access 2000 & VBA - Soluções e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2001, 379 p.

HASENACK, H. O processamento no processo de tomadas de decisão. Porto Alegre: **Boletim Gaúcho de Geografia**, v.20, p.34-46, 1995.

HEDGES, L.V. ; OLKIN, I. **Statistical methods for meta-analysis**. Florida: Academic Press, 1985, 369 p.

HIDALGO, I.G. **Sistemas de consultas para análise de dados cadastrais de usinas hidrelétricas**. Campinas, 2004. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Universidade Estadual de Campinas.

KAUFFELD, J. **Access 95 para Windows para leigos: Um manual para novos usuários**. São Paulo: Berkeley Brasil, 1996, 352 p.

KORTH, H.F. ; SILBERSCHATZ, A. ; SUDARSHAN, S. **Database system concepts**. New York: McGraw-Hill, 2005, 1168 p.

LIMA, A.S. **Aplicações em Visual Basic 6: Banco de Dados**. São Paulo: Érica, 1999, 256 p.

LISBOA FILHO, J. ; IOCHPE, C. ; BORGES, K.A.V. Reutilização de esquema de banco de dados em aplicações de gestão urbana. In: LATIN AMERICAN CONFERENCE ON PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMMING, 1., 2001, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: 2001.

LOCKMAN P. Data Abstraction for Database Systems. San Jose: **ACM Transactions on database systems**, v.4, n.1, p. 43-74, 1979.

LUZ, N.B. **Análise espacial como subsídio à recuperação de ecossistemas apoiada na ecologia de paisagens e imagens IKONO**. Curitiba, 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná.

MAGALHÃES, C. ; SANTOS, J.L.C ; SALEN, J.I. Automação de coleções biológicas e informações sobre a biodiversidade da Amazônia. Manaus: **Parcerias Estratégicas**, v. 12, p. 294-312, 2001.

MARQUES, V.F. **Analisando os dados do programa de melhoramento genético da raça Nelore com *Datawarehousing* e *Data Mining***. São Carlos, 2002. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional) - Universidade de São Carlos.

MENDES, L.M.S. **Construção e interpretação de uma base nacional de dados edafoclimáticos e sua relação com dados sócio-econômicos**. Piracicaba, 2004. 226 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

MOREIRA, C. A.; LUNARDI, O.A. ; RIBAS JUNIOR, U. Implantação do Sistema de Informações Geográficas para a Divisão Florestal da Empresa Battistella (Mobasa). In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS À EENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais**. Curitiba: 2000.

MOTA, L.T.M. ; FRANCA, A.A. ; MORELATO, A.L. Modelagem e simulação de cargas residenciais termostáticas para a recomposição do sistema elétrico a partir de uma abordagem orientada de objetos. São Paulo: **Controle & Automação**, v.15, n.2, p. 202-214, 2004.

NOBRE, S.R. ; RODRIGUEZ, L.C.E. ; SILVEIRA, L.E.S. ; SIMÕES, G.S. Componentes Básicos de um Modelo Relacional de Dados para a Gestão Florestal. Lisboa: **Silva Lusitana**, n. especial, p. 103-117, 2004.

LOSENBERG, C. W. ; SARNELLE, O. ; COOPER, S.D. Meta-analysis, interaction strength, and effect size in ecological experiments: the need for biological models. Chicago: **American Naturalist**, v.150, p.798-812, 1997.

PEIXOTO, F.L. **O processo de informatização de herbários: estudo de caso**. Rio de Janeiro, 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

PIROLI, E.L. ; BECKER, E.L.S. ; BOLFE, E.L. ; PEREIRA, R.S. Análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio - Santa Maria - RS., por sistema de informações geográficas e imagens de satélite. Santa Maria: **Ciência Rural**, v. 32, n3, p. 407-413, 2002.

PRAGUE, C ; IRWIN, M.R. ; REARDON, J. **Access 2003 Bible**. New York: Hungry Minds, 2003, 1401 p.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia interdisciplinar**. Juiz de Fora: Autor, 2000. 143 p.

RODERJAN,C.V.; KUNIYOSHI,Y. Macrozoneamento florístico da área de proteção ambiental de Guaraqueçaba. Curitiba: **FUPEF Série Técnica**, n.15, 1988.

SARNELLE, O. Nutrient enrichment and grazer effects on phytoplankton in lakes. Washington: **Ecological Society of America - Ecology**, n.74, p. 551-560, 1992.

SCHMIDLIN, D. ; ROCHA, H.O. ; GOIS, J.R. Integração de dados através de técnicas de geoprocessamento em áreas degradadas por mineração. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Curitiba. **Anais**. Curitiba: 1994.

SCHMIDLIN, L.A.J ; ACCIOLY, A. ; ACCIOLY, P. ; KIRCHNER, F.F. Mapeamento e caracterização da vegetação da Ilha do Superagüi utilizando técnicas de geoprocessamento. Curitiba: **Revista Floresta**, v.35, n.2, p. 303-315, 2005.

SCHMIDLIN, L.A.J. **Análise da disponibilidade de habitat para o mico-leão-da-cara-preta e identificação de áreas preferenciais para o manejo da espécie por técnicas de geoprocessamento** Curitiba, 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

SCHOENINGER, E.R. **Quantificação e avaliação de parâmetros quali-quantitativos do palmito (*Euterpe Edulis Martius*) ao longo de gradientes altimétricos, por meio de um Sistema de Informação Geográfica.** Curitiba, 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

SCHOENINGER, E.R. ; KIRCHNER, F.F. Quantificação e avaliação de parâmetros quali-quantitativos do palmito (*Euterpe Edulis Martius*) ao longo de gradientes altimétricos, por meio de um Sistema de Informação Geográfica. Curitiba: **Revista Floresta**, v33, n.2, p. 183-198, 2003.

SETZER, V. **Banco de dados. – Conceitos, Modelos, Gerenciadores, Projeto Lógico, Projeto Físico.** São Paulo: Edgard Blücher, 1990, 289 p.

SILBERSCHATZ, A. ; KORTH, H. F. ; SUDARSHAN, S. **Sistemas de bancos de dados.** São Paulo: Campus, 1989, 808 p.

SILVA, A.M. **Banco de dados de curvas de retenção de água de solos brasileiros.** São Carlos, 2005. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SILVA FILHO, D.F. ; PIZETTA, P.U. ; ALMEIDA, J.B.S.^a ; PIVETTA, K.F.L. ; FERRAUDO, A.S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. Viçosa: **Revista Árvore**, v.26, n.5, p. 629-642, 2002.

SILVEIRA, F.R. ; NOVELLI, M. D. Aplicação de um gerenciador de banco de dados relacional em microcomputador para armazenagem e recuperação em estomatologia clínica. São Paulo: **Revista de Odontologia**, v5, n.2, p. 78-83, 1991.

SILVEIRA, N.J.F. **Bioinformática estrutural aplicada ao estudo de proteínas alvo do genoma do *Mycobacterium tuberculosis*.** São José do Rio Preto, 2005. 117 f. Tese (Doutorado Biotecnologia) - Universidade Estadual Paulista.

SMANIOTTO, C.R. ; DECANINI, M.M.S. ; SILVA, E. A. SIG para licenciamento da cobertura vegetal do Estado de Mato Grosso do Sul. Curitiba: **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.9, n.1, p. 39-51, 2003.

TAKAI, O.K. ; I.C.ITALIANO, I.C. ; J.E. FERREIRA, J.E. **Introdução a banco de dados.** São Paulo: DCC-IME-USP, 2005. 124 p.

TEUBNER JÚNIOR, F.J. **A utilização de Sistemas de Informação Geográfica para definição de zoneamentos ambientais costeiros: Um estudo de caso para a região da grande Vitória-ES** Vitória, 1993. 124 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de São Paulo.

VENTURI, N. L. GIS aplicado na área florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS À ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais**. Curitiba: 2000.

VIVEKANANDA, G. **Parque Nacional do Superagui: a presença humana e os objetivos de conservação**. Curitiba, 2001. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

YOUNG, C.S. **Banco de Dados - Organização, Sistemas e Administração**. São Paulo: Atlas, 1943, 346 p.

WELLS, D.L. ; BLAKELEY, J.A. ; THOMPSON, C.W. Architecture of an Open Object-Oriented Database Management System. San Jose: **ACM Transactions on database systems**, v.25, n.10, p. 44-52, 1992.