

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ

CARLOS HENRIQUE BUGHI

OBSERVATÓRIO VIRTUAL SOBRE A BIODIVERSIDADE MARINHA
NO BRASIL BASEADO EM CONCEITO WEBGIS

ITAJAÍ
2007

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

CARLOS HENRIQUE BUGHI

OBSERVATÓRIO VIRTUAL SOBRE A BIODIVERSIDADE MARINHA
NO BRASIL BASEADO EM CONCEITO WEBGIS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental, centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Medeiros Sperb

Co-orientadora: Prof. Dra. Anita Maria da Rocha Fernandes

ITAJAÍ
2007

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	IV
AGRADECIMENTOS	V
LISTA DE ABREVIATURAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE QUADROS	XI
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	7
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	7
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	7
1.3 ESCOPO DO TRABALHO.....	8
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 BIODIVERSIDADE	11
2.1.1 <i>Conceitos Básicos</i>	11
2.1.2 <i>Convenção Sobre Diversidade Biológica</i>	11
2.1.3 <i>Biodiversidade Marinha</i>	14
2.1.4 <i>Projetos de Monitoramento e/ou Conservação no Brasil</i>	15
2.2 BIOINFORMÁTICA.....	19
2.2.1 <i>Conceitos Básicos</i>	19
2.2.2 <i>Informática da Biodiversidade</i>	20
2.2.3 <i>Tecnologias da Informação Aplicadas à Biodiversidade</i>	27
2.3 INTEROPERABILIDADE DE DADOS	35
2.3.1 <i>Conceitos Básicos</i>	35
2.3.2 <i>Metadados</i>	36
2.3.3 <i>Web Services</i>	42
2.3.4 <i>Transporte e Armazenamento de Informação Geoespacial</i>	47
3 PROJETO PARA O MODELO CONCEITUAL	50
3.1 DETALHAMENTO DO SISTEMA.....	50
3.1.1 <i>Concepção</i>	50
3.2 MODELAGEM DE NEGÓCIO E FUNCIONALIDADES	55

3.2.1	<i>Diagrama de Atividades</i>	57
3.2.2	<i>Requisitos</i>	58
3.2.3	<i>Regras de Negócio</i>	59
3.2.4	<i>Casos de Uso</i>	60
3.2.5	<i>Diagramas de Classes e de Entidade-Relacionamento</i>	61
3.3	PROTÓTIPO	62
3.3.1	<i>Tecnologias Adotadas</i>	62
3.3.2	<i>Implementação</i>	68
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
4.1	TESTES E RESULTADOS	95
4.1.1	<i>Integração de Dados</i>	95
4.1.2	<i>ITIS como Instrumento de Indexação Taxonômica</i>	100
4.1.3	<i>Visualização dos Mapas Dinâmicos</i>	103
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
5.1	CONCLUSÕES	105
5.2	RECOMENDAÇÕES	106
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
	APÊNDICE	116

DEDICATÓRIA

*Hoje eu preciso te encontrar de qualquer jeito
Nem que seja só pra te levar pra casa
Depois de um dia normal...
Olhar teus olhos de promessas fáceis
E te beijar na boca de um jeito que te faça rir (que te faça rir)
Hoje eu preciso te abraçar
Sentir teu cheiro de roupa limpa
Pra esquecer os meus anseios e dormir em paz
Hoje eu preciso ouvir qualquer palavra tua
Qualquer frase exagerada que me faça sentir alegria*

*Em estar vivo
Hoje eu preciso tomar um café, ouvindo você suspirar*

*Me dizendo que eu sou o causador da tua insônia
Que eu faço tudo errado sempre, sempre
Hoje preciso de você
Com qualquer humor, com qualquer sorriso
Hoje só tua presença
Vai me deixar feliz
Só hoje*

(Fernanda Mello e Rogério Flausino)

Dedico esta dissertação à
minha amiga,
companheira, conselheira,
amante e esposa,
Ana.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos, por terem colaborado com minha formação profissional, moral e intelectual.

À Duke University pelo apoio financeiro através do *Oak Foundation Mini-grant in Marine Conservation program*.

A todos os colaboradores do Laboratório de Computação Aplicada – G10, da UNIVALI.

À minha co-orientadora, Dra. Anita Maria da Rocha Fernandes, pela contribuição dada, inclusive os “puxões de orelha”.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Rafael Medeiros Sperb, cuja inestimável ajuda foi essencial para a realização desta dissertação. Sou eternamente grato por todas as oportunidades me dadas, às quais abracei com dedicação e afinco.

Finalmente, agradeço à minha família: Ana, minha esposa, e Mariah, minha filha. As duas razões da minha existência.

LISTA DE ABREVIATURAS

FGDC	<i>US FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE</i>
GBIF	<i>GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY</i>
GML	<i>GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE</i>
GOMOOS	<i>GULF OF MAINE OCEAN OBSERVING SYSTEM</i>
GTI	<i>GLOBAL TAXONOMY INITIATIVE</i>
ISO	<i>INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION</i>
ITIS	<i>INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM</i>
OBID	<i>OBSERVATÓRIO BRASILEIRO DE INFORMAÇÕES SOBRE DROGAS</i>
OBIS	<i>OCEAN BIOGEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM</i>
OGC	<i>OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM</i>
SOAP	<i>SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL</i>
SUS	<i>SISTEMA UNIFICADO DE SAÚDE</i>
TIC	<i>TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO</i>
TSN	<i>TAXONOMIC SERIAL NUMBER</i>
UDDI	<i>UNIVERSAL DESCRIPTION, DISCOVERY AND INTEGRATION</i>
UML	<i>UNIFIED MODELING LANGUAGE</i>
UNIVALI	<i>UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ</i>
W3C	<i>WORLD WIDE WEB CONSORTIUM</i>
WFS	<i>WEB FEATURE SERVICE</i>
WMS	<i>WEB MAP SERVICE</i>
WSDL	<i>WEB SERVICES DESCRIPTION LANGUAGE</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Módulo de <i>WebGIS</i> do GoMOOS.	4
Figura 2. Interfaces <i>web</i> do SIMMAM: à esquerda, administração e cadastro; à direita, o <i>WebGIS</i> com a visualização em mapa dos registros públicos.	5
Figura 3. Estrutura do trabalho.....	9
Figura 4. Exemplo de consulta em HTML por <i>Caretta caretta</i> ao banco de dados do ITIS.	22
Figura 5. Fragmento de XML retornado após busca por espécie no ITIS.....	23
Figura 6. Gráfico comparativo entre ocorrência de nome comum por idioma na base de dados do ITIS.....	25
Figura 7. Fragmento de XML retornado após busca por espécie no uBio.	27
Figura 8. Diagrama demonstrando a interação entre o usuário cliente e a aplicação <i>WebGIS</i> . Adaptado de Mitchell, 2005.	29
Figura 9. Esquema de funcionamento de um Geo-portal.....	31
Figura 10. Interface <i>web</i> do BAMPETRO	32
Figura 11. Esquema da arquitetura do OBIS-SEAMAP.	34
Figura 12. Estrutura do padrão de metadados do FGDC.....	38
Figura 13. Esquema de organização de dados geográficos definidos pela ISO 19115.....	40
Figura 14. Esquema geral de metadados geográficos definidos pela ISO 19115.	41
Figura 15. <i>Web service</i> básico.	42

Figura 16. Estrutura do <i>Web service W3C</i>	44
Figura 17. Exemplo de esquema de aplicação e documento GML.....	49
Figura 18. Diagrama conceitual demonstrando a solução para a indexação taxonômica.....	52
Figura 19. Arquitetura do sistema.	53
Figura 20. Exemplo de arquivo de configuração do <i>Struts 2.0</i>	66
Figura 21. Diagrama de Casos de Uso apresentando uma visão geral do sistema.	69
Figura 22. Tela inicial do protótipo	70
Figura 23. Tela de definição do serviço para cadastro de fontes de dados.	72
Figura 24. Definição do tema utilizado pela fonte de dados.....	72
Figura 25. Diagrama de seqüência para recuperação dos temas de um WMS. ...	74
Figura 26. Tela de definição do código TSN e atributo data para fonte de dados bióticos – única espécie.....	75
Figura 27. Diagrama de seqüência para conexão WFS e obtenção dos atributos de um tema.....	76
Figura 28. Telas de definição de atributos e indexação taxonômica de fontes de dados bióticos – múltiplas espécies.....	78
Figura 29. Diagrama de seqüência para obtenção dos dados de um tema.	78
Figura 30. Tela de pesquisa aos dados do ITIS.....	80
Figura 31. Consulta detalhada a uma unidade taxonômica.	80
Figura 32. Fragmento de diagrama de classes de domínio relativo a indexação	

das fontes de dados.....	81
Figura 33. Diagrama de classes ITIS	82
Figura 34. Diagrama de seqüência para leitura de documento XML.	83
Figura 35. Tela principal do cadastro de catálogos.....	85
Figura 36. Tela de localização de temas abióticos para inclusão em catálogos de dados.	86
Figura 37. Tela de localização de táxons para inserção em catálogos de dados.	86
Figura 38. Tela principal do módulo <i>WebGIS</i>	87
Figura 39. Tela de busca por catálogos para visualização no módulo <i>WebGIS</i> . ..	87
Figura 40. Conexão entre o <i>Google Maps</i> API e o servidor para leitura de documento GML.	88
Figura 41. Fragmento do GML gerado pelo Observatório.....	89
Figura 42. Diagrama de seqüência demonstrando a preparação da consulta às fontes de dados.	91
Figura 43. Ilustração demonstrando a integração entre o Catálogo e o <i>WebGIS</i> , com ênfase no procedimento de integração dos dados.....	92
Figura 44. Visualização de dados sobre o mesmo tema na interface do SIG Jump, a partir de diferentes origens, com destaque para a ausência de padronização simbólica.....	93
Figura 45. Visualização dos registros de <i>Tursiops truncatus</i> a partir de diferentes fontes de dados.	98
Figura 46. Visualização dos registros de <i>Caretta caretta</i> e <i>Tursiops truncatus</i> a partir de diferentes fontes de dados.....	99

Figura 47. Esquema de indexação das fontes de dados abióticos.	101
Figura 48. Visualização dos mapas dinâmicos com temas abióticos.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Definições de biodiversidade (Adaptado de BAYDACK, CAMPA III & HAUFLEER, 1999)	12
Quadro 2. Iniciativas para conservação e/ou monitoramento da biodiversidade marinha no Brasil.	16
Quadro 3. Protocolos utilizados pelo OBIS-SEAMAP para integração de dados. Adaptado de Read <i>et al.</i> (2004).	34
Quadro 4. Parâmetros WMS usados em uma requisição de mapa. Adaptado de Mitchell (2005).	46
Quadro 5. Comparação entre as características operacionais do ITIS e uBio.	51
Quadro 6. Relação de atributos do detalhe de um registro no Webmapping.	55
Quadro 7. Relação das entidades e classes definidas para o Observatório.	62
Quadro 8. Etapas necessárias para a construção da fonte de dados.	71
Quadro 9. Relação dos métodos utilizados em uma conexão WMS.	73
Quadro 10. Relação dos métodos utilizados em uma conexão WFS para recuperação dos atributos do tema.	77
Quadro 11. Relação dos métodos utilizados em uma conexão WFS para recuperação das espécies do tema.	79
Quadro 12. Relação dos métodos da classe <i>Element</i>	84
Quadro 13. Relação de elementos do GML retornado pelo sistema.	89
Quadro 14. Relação dos servidores WMS utilizados para os testes com fontes de dados bióticos.	96

Quadro 15. Relação dos servidores WFS utilizados para os testes com fontes de dados abióticos.	97
---	----

RESUMO

BUGHI, Carlos Henrique. **Observatório virtual sobre a biodiversidade marinha no Brasil baseado em conceito WebGIS**. Itajaí, 2007. Projeto de Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2007.

A biodiversidade marinha é responsável por parte da riqueza natural existente no planeta. Isso pode ser avaliado pelo seu uso expressivo nas indústrias de pesca e turismo, e pelo fornecimento de importantes serviços aos ecossistemas, como proteção da costa e absorção do dióxido de carbono na atmosfera. No entanto, ela vem sofrendo várias mudanças negativas ao longo dos séculos, principalmente devido à influência das atividades humanas. Apesar dos esforços globais para compreender a biodiversidade marinha, falta ainda uma abordagem integrada e sistêmica, tendo como consequência dados e percepções isoladas do impacto real das ações antrópicas sobre a biodiversidade. Tal situação vem recebendo crescente atenção, dado os esforços internacionais para integrar os dados de diferentes projetos e programas de monitoramento focados nos potenciais benefícios provenientes da tecnologia da informação – TI, especialmente naqueles baseados na *Web*. Contudo, as iniciativas para tais aplicações no Brasil ainda são incipientes. Fazendo uso deste cenário como uma oportunidade, este trabalho propõe um modelo de um observatório sobre a biodiversidade marinha baseado na *Web*, cuja as novas tecnologias de interoperabilidade despontam como elementos chave para o compartilhamento e integração de dados sobre biodiversidade. Assim, o modelo proposto inclui acesso a diferentes origens de dados através da utilização de *Web services* e do suporte geoespacial, visando não apenas a consulta aos dados, mas a visualização destes em mapas dinâmicos baseados na *Web*. Paralelamente, o modelo proposto utiliza a indexação taxonômica empregada pelo *Integrated Taxonomic Information System* – ITIS, índice internacionalmente aceito e adotado por diversos países e organizações. Este procedimento garante a padronização das consultas aos distintos sistemas que fornecem dados sobre biodiversidade, assegurando consistência no processo de integração. Os conceitos e tecnologias propostos para o modelo encontram-se materializados em um protótipo, cujos testes são apresentados e discutidos à luz das tecnologias disponíveis e as perspectivas de evolução da área da informática da biodiversidade para os próximos anos.

Palavras-chave: informática da biodiversidade, *web service*, interoperabilidade, ITIS, WMS, WFS, *Taxonomic Serial Number*.

ABSTRACT

The marine biodiversity is responsible for part of the Earth's natural wealth. This can be evaluated by the significant revenues from fishing and tourism industries and the important ecosystems services, such as protection of the coast line all over the world and absorption of carbon dioxide in the atmosphere. Nevertheless, the marine biodiversity has been undergoing many negative changes throughout the centuries, mainly due to the influence of human activities. Despite the global efforts to understand the marine biodiversity, there is the need of an integrated and systemic approach. The consequences of the lack of this approach are isolated data and perceptions of the real impact of human activities on biodiversity. This situation has been gaining attention, as international efforts are seeking to integrate data from different projects and monitoring programs focused on the potential benefits from the information technology - IT, especially those related to Web-based solutions. However, the efforts towards this sort of applications are still incipient in Brazil. Using such scenario as an opportunity, this work proposes a model of a Web-based observatory on marine biodiversity, using new interoperability technologies that are key elements for sharing and integrating biodiversity data. Therefore, the proposed model includes access to different origins of data through the use of Web services and geospatial support, aiming not only at querying biodiversity data, but also its visualization through Web-based dynamic maps. The model also uses the taxonomic indexation employed by the Integrated Taxonomic Information Systems - ITIS, an index internationally accepted and adopted by many countries and organizations. This procedure assures taxonomic queries standards to different systems that provide biodiversity data, which warrants consistency during data integration process. The concepts and technologies proposed for the model were materialized into a prototype. Tests are presented and discussed based on the available technologies and perspectives of evolution of the field of biodiversity informatics for the next years.

Keywords: *Biodiversity Informatics, Web Service, Interoperability, ITIS, WMS, WFS, Taxonomic Serial Number.*

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo contextualizar e justificar o desenvolvimento do presente trabalho. Também são apresentados os objetivos geral e específicos que o norteiam, a delimitação do escopo e como ele foi estruturado.

1.1 APRESENTAÇÃO

Diversidade biológica ou simplesmente biodiversidade, segundo CDB (2006), corresponde a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; abrange ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

Levantar a diversidade biológica de uma determinada área, seja ela em terra ou nos oceanos, não é uma tarefa fácil. Mais difícil ainda se torna a identificação dos impactos negativos causados pela ação do homem sobre a biodiversidade (DICKSON & COONEY, 2006). Diversos projetos de pesquisa vêm se preocupando com esse tipo de assunto, concentrando sua operação na aquisição de dados, informações e conhecimentos associados a grupos específicos, muitos deles já em vias de extinção (e.g. Projeto TAMAR, Projeto Mico Leão Dourado, Projeto Albatroz, Projeto Lontra, entre outros no Brasil). Mesmo sendo projetos conservacionistas associados a uma única espécie, eles se constituem em importantes fontes de informações sobre a biodiversidade, principalmente em face à potencial integração com dados de outros projetos, e eventualmente de outras fontes, como por exemplo, o Ministério do Meio Ambiente. No entanto, apesar deste tipo de esforço e de investimentos que o governo e a iniciativa privada vêm alocando para o estudo da biodiversidade e conservação, a comunidade científica e as organizações não-governamentais não têm tradição e dispõem de escassos recursos tecnológicos para compartilharem o que ora já se encontra disponível (CASTELÕES, 2003). Isto, mesmo se sabendo

que a construção do conhecimento sobre biodiversidade é, necessariamente, coletiva.

A biodiversidade marinha é responsável por parte da riqueza natural existente no planeta. Isso pode ser avaliado pelo seu uso expressivo nas indústrias de pesca e turismo. Além disso, fornece importantes serviços ao ecossistema, como proteger a costa das erosões (mangues) e absorver o dióxido de carbono na atmosfera (fitoplâncton). No entanto, ela vem sofrendo várias mudanças negativas ao longo dos séculos, devido, em grande parte, à influência das atividades humanas. Fatores como pesca exploratória, poluição, alterações físicas das áreas de costa e alterações climáticas globais tem colaborado para estas mudanças (NRC, 1995).

Já em 1995, o Comitê Americano sobre Diversidade Biológica em Sistemas Marinhos abordava a necessidade da implementação de programas de pesquisas sobre diversidade biológica em sistemas marinhos (NRC, 1995). Em nível mundial, o comitê propôs um programa onde pesquisas oceanográficas e ecológicas pudessem ser integradas em todas as dimensões relevantes, seja geoespacial ou temporal, permitindo a identificação dos fenômenos naturais e os impactos causados pela ação do homem. Associada a essas iniciativas, está a necessidade de estudos taxonômicos para documentar a magnitude e os padrões da biodiversidade, e o desenvolvimento de manuais para auxiliar no seu gerenciamento e conservação.

É sob a perspectiva da dimensão geoespacial e da integração de dados e informações sobre biodiversidade, a partir de distintas origens, que o presente trabalho se baseia. Ele aborda especificamente o ambiente marinho, vislumbrando o mapeamento da ocorrência de espécies ao longo da costa brasileira, podendo ser utilizado, sem restrição, para todo o Oceano Atlântico Sul Ocidental. Esta restrição da área de atuação do Observatório proposto serve somente para delimitação de escopo do trabalho, não se tratando de uma limitação tecnológica em si. Ao propor o estudo da integração de dados sobre biodiversidade com tecnologias de informação baseadas na *Web*, o trabalho necessariamente se aproxima de uma área de conhecimento bastante nova,

denominada bioinformática, cujo campo diretamente associado ao seu escopo é a informática da biodiversidade. Esta última intrinsecamente relacionada à indexação taxonômica, e aos esforços internacionais de criação e adoção de um índice internacional comum.

Por outro lado, a consideração da dimensão geoespacial da informação incorpora mecanismos de visualização e análises ao sistema proposto, que o aproximam de um observatório, o qual tem, por função primordial, proporcionar instrumentos que permitam a observação e o estímulo à evolução do conhecimento humano.

Um observatório pode ser definido como um local usado para observações e estudos de eventos terrestres e celestes. Apesar de estarem associados normalmente com a ciência astronômica, um observatório pode ser usado em áreas diversas como geologia, meteorologia e oceanografia. Num conceito mais contemporâneo, um observatório atua como integrador de dados e informações, assim, o *Observatório Virtual* utiliza a Internet como meio de recepção, sistematização e distribuição da informação, encontrando, nas atuais tecnologias da informação e do conhecimento (TIC's), ferramentas capazes de proporcionar elementos de sistematização e compartilhamento de dados. No contexto deste trabalho, isto significa o acesso transparente a diferentes tipos dados, como por exemplo, de distribuição de espécies marinhas.

Considerando a dimensão geoespacial no estudo de distribuição de espécies, o uso de tecnologias recai, normalmente, no emprego de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), no uso de bancos de dados com suporte geoespacial e mais recentemente no emprego da Internet como meio de comunicação e de visualização de mapas dinâmicos, através de aplicações denominadas *WebGIS*. É com o amadurecimento desta última que as perspectivas em relação ao compartilhamento de dados vêm crescendo, mediante a publicação de dados de distintos sistemas de informação ambiental. Em âmbito

mundial, destacam-se o GoMOOS¹ (Figura 1), um sistema *web* que disponibiliza dados oceanográficos do Golfo de Maine, obtidos de hora em hora a partir de sensores (GOMOOS, 2007), e o OBIS², um sistema de informação *Web* que integra dados de distintas fontes sobre a distribuição geográfica dos organismos marinhos. A Figura 1 apresenta o módulo de *WebGIS* do GoMOOS, com as diferentes camadas de dados e as ações básicas do *WebGIS* disponíveis (alterações da escala de trabalho, *pan*³ e informações sobre camadas específicas).

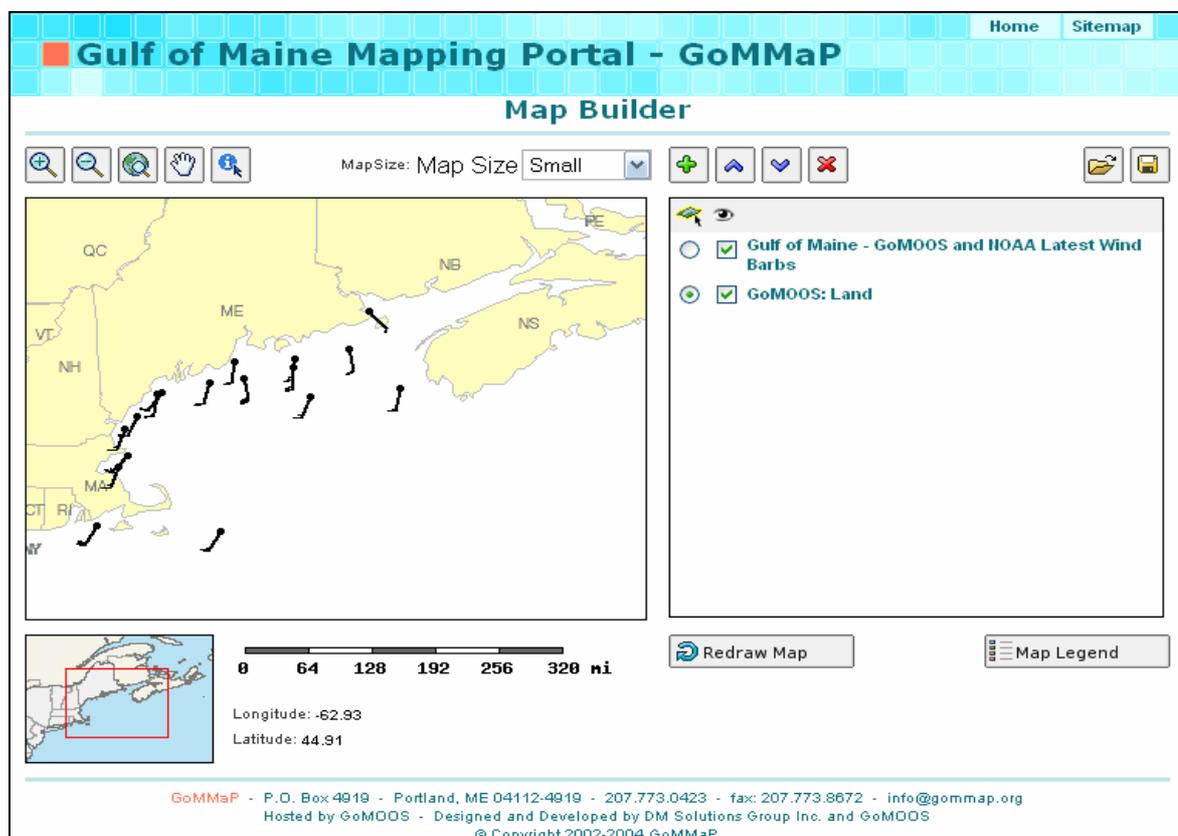


Figura 1. Módulo de *WebGIS* do GoMOOS.

Fonte: GOMOOS (2007)

Já em âmbito nacional, mais especificamente junto a UNIVALI, essas tecnologias vêm sendo empregadas em diversos sistemas, destacando-se:

¹ Golf of Maine Ocean Observation System (<http://www.gomoos.org>).

² Ocean Biogeographic Information System - Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations (<http://seamap.env.duke.edu>).

³ O termo *pan* significa a movimentação do mapa sem alteração na escala de trabalho.

- **SIMMAM:** Sistema de informação para avistagens e encalhes de cetáceos, permitindo identificar padrões de ocupação dos mesmos na costa brasileira e águas adjacentes (Figura 2) (BARRETO, MORAES & SPERB, 2004);
- **SIPECA:** Sistema de informação para captação de dados e fornecimento de informações com o objetivo de apoiar o processo de gestão dos recursos pesqueiros (CABRAL *et al.*, 2002);
- **Baleia Franca:** Concebido para a sistematização e gerenciamento dos dados de avistagens de Baleias Francas; e
- **RASTRO:** Sistema de rastreamento de embarcações pesqueiras (CABRAL *et al.*, 2004).

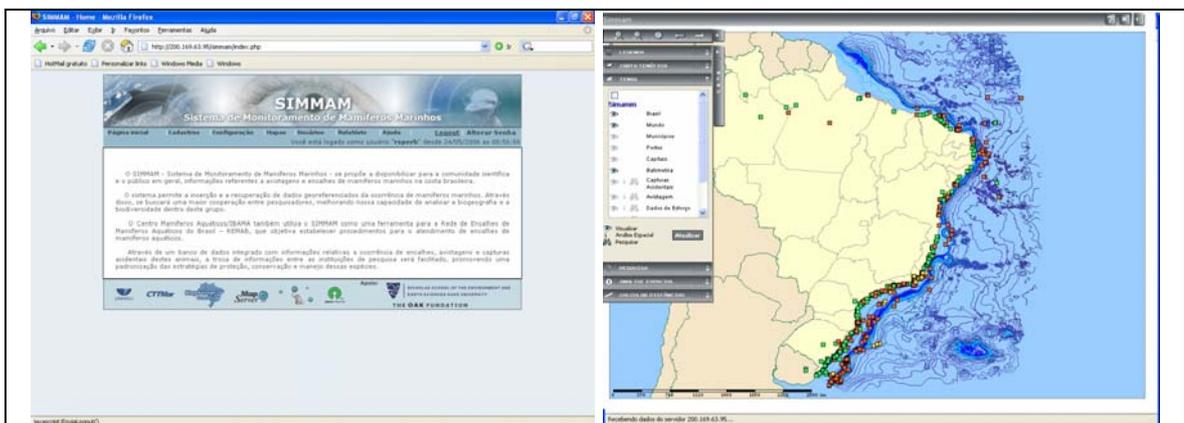


Figura 2. Interfaces web do SIMMAM: à esquerda, administração e cadastro; à direita, o WebGIS com a visualização em mapa dos registros públicos.

Conceitualmente, o Observatório Virtual visa fornecer a possibilidade de integrar diferentes projetos, conforme sugerido anteriormente. O que se busca com esta integração é a verdade sobre o tema foco do observatório, o que inclui além dos dados e informações sobre o tema, a potencial identificação de eventuais problemas e o suporte à sua resolução. Sob esta perspectiva, um observatório se caracteriza como sendo (MODRO, 2005):

- Uma entidade responsável por integrar informações objetivas e subjetivas confiáveis, realizar análises, e determinar um diagnóstico de um fenômeno. Nesse sentido, o observatório opera como uma fábrica de conhecimento e idéias, simultaneamente;

- Uma composição de sistemas tecnológicos e de conhecimentos sobre uma determinada realidade (tema foco); e
- Uma estrutura para a observação de riscos e de oportunidades para a prospecção de cenários, diagnóstico, avaliações e soluções perante uma realidade específica e de sua articulação sistêmica.

O Observatório Virtual visa relacionar e aumentar consideravelmente a base de conhecimento sobre a biodiversidade marinha no Brasil, permitindo pesquisa unificada às bases de dados compartilhadas sobre espécies, a partir do emprego de índices taxonômicos, ao passo que difunde a cultura de compartilhamento de dados e conhecimento entre pesquisadores, instituições públicas e privadas.

Para possibilitar a pesquisa em diferentes bases de dados, O Observatório Virtual tem como base o aspecto distribuído da Internet, fazendo uso de *web services*⁴ para a recepção dos dados a partir de diferentes fontes. Além de consultas aos dados compartilhados, o Observatório deve contemplar mecanismos que permitam a troca de conhecimento entre os usuários/pesquisadores.

Assim, o Observatório Virtual não se propõe a ser um repositório de dados, deixando essa função aos grupos de pesquisa e instituições dos setores público e privado. Ele fornece meios para a integração dos dados provenientes de diversas fontes (repositórios públicos e sistemas de informação ambiental de instituições parceiras), permitindo a busca de uma maneira sistematizada. Neste contexto, os dados devem ser enquadrados em duas categorias específicas:

- **Dados sobre distribuição:** encaixam-se nessa categoria os dados de avistagens e monitoramento de espécies marinhas em geral; e
- **Dados abióticos:** essa categoria é responsável por englobar todos os dados que, de alguma maneira, possam interagir com os dados de

⁴ Segundo Kaye (2003), *web service* pode ser definido como uma aplicação que permite a comunicação com outras aplicações, normalmente usando uma representação estruturada de dados, conhecida como XML.

observações e pesca. Como exemplo, tem-se temperatura superficial da água, batimetria, entre outros.

Os dados de distribuição devem ser indexados, conforme indicado anteriormente, quanto à espécie (táxon) para possibilitar uma consulta padronizada, e garantir a qualidade dos dados. Já os dados abióticos serão utilizados como complementos na visualização dos mapas temáticos do Observatório Virtual.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo para o Observatório Virtual sobre a Biodiversidade Marinha no Brasil que permita a integração de dados oriundos de distintas fontes através do uso de padrões de interoperabilidade e indexação taxonômica.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos que se pretende alcançar com este trabalho são:

- Identificar, durante o levantamento bibliográfico, as características para a modelagem do Observatório Virtual, em relação à biodiversidade, classificação taxonômica de espécies, sistemas de informação ambiental, tecnologias para trocas de dados e para sistemas *web*;
- Definir os padrões de interoperabilidade e indexação taxonômica a serem utilizados no Observatório Virtual;
- Modelar conceitualmente o protótipo do Observatório Virtual conforme os padrões definidos;
- Implementar um protótipo do Observatório Virtual com o uso de tecnologias que atendam ao modelo proposto; e
- Testar e validar o protótipo com dados dos projetos SIMMAM e SITAMAR.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este trabalho propõe o modelo para o observatório baseado em conceitos de interoperabilidade de sistemas via *Web* e indexação taxonômica, testado em um protótipo que integra dados de projetos que atuam em águas nacionais, como os Projetos SIMMAN e TAMAR⁵.

Não fazem parte do escopo deste trabalho (a) a criação e/ou adequação de sistemas de informação de projetos ambientais já existentes, bem como (b) a definição de uma estrutura organizacional para a viabilização e manutenção do observatório.

O presente trabalho encontra-se inserido no contexto do Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental por conseguir conciliar as duas grandes áreas do mestrado, a ciência e a tecnologia, em um propósito único: o estudo da biodiversidade marinha. Para tanto, este trabalho vale-se da ciência e da tecnologia a partir do momento em que pesquisa e propõe materiais e técnicas computacionais para a consolidação do estudo da biodiversidade marinha e a preservação das espécies.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A elaboração deste trabalho foi dividida em cinco etapas (Figura 3), na seqüência, detalhadas.

⁵ A escolha destes projetos se deve ao fato de serem projetos desenvolvidos junto ao Laboratório de Computação Aplicada – G10, não havendo restrição de uso de seus dados para teste.

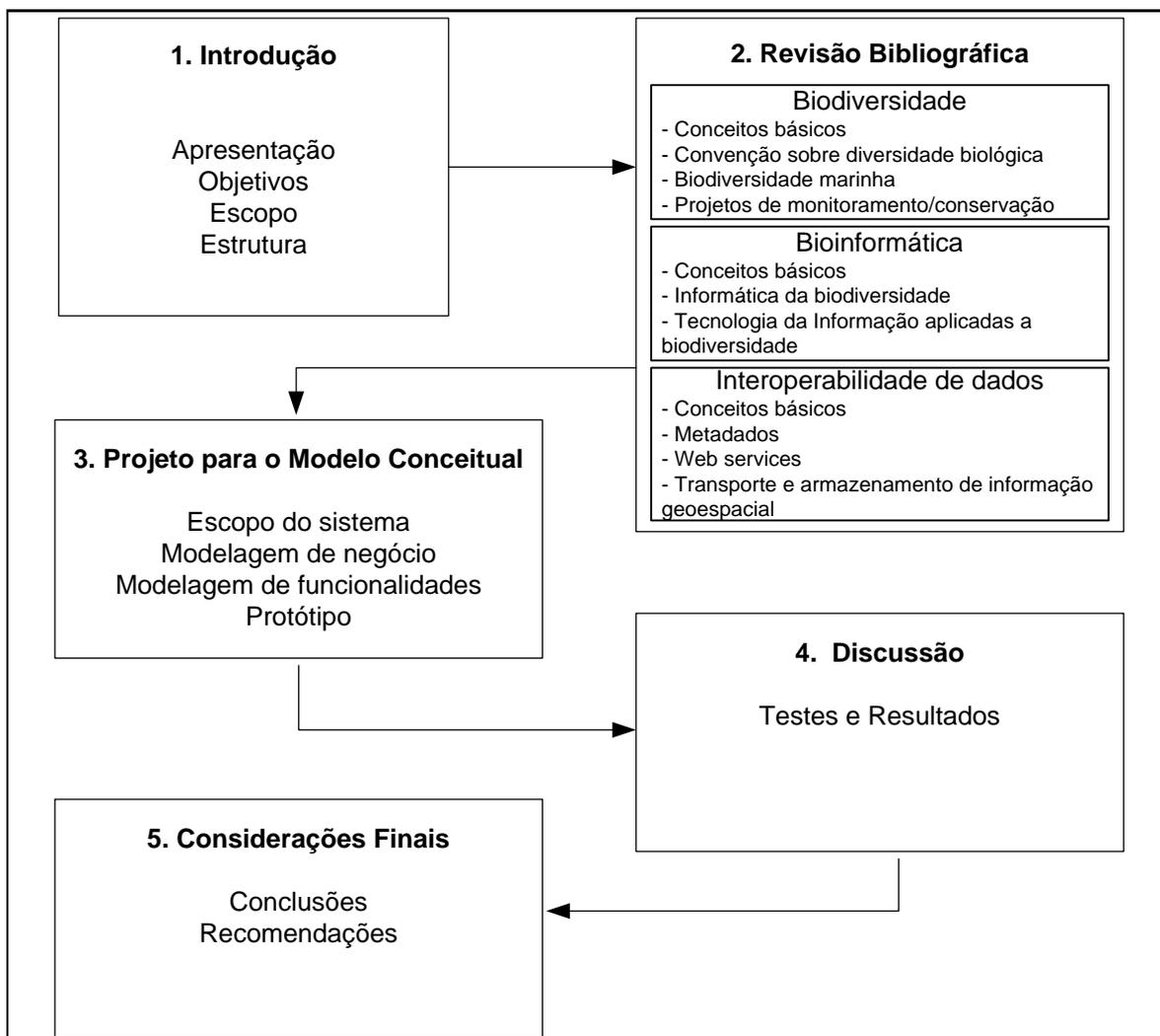


Figura 3. Estrutura do trabalho

A primeira etapa, Introdução, se caracterizou pela definição do presente trabalho. Também descreve os objetivos a serem alcançados, escopo e estrutura do documento.

A etapa de revisão bibliográfica teve como objetivo principal a fundamentação do trabalho, auxiliando na definição das características contempladas pelo modelo proposto e das tecnologias utilizadas no desenvolvimento do protótipo.

Na terceira etapa, denominada Projeto para Modelo Conceitual, foram realizadas as fases de modelagem do Observatório, seguindo, sempre que possível, o padrão de modelagem UML (*Unified Modeling Language*), e

implementação do protótipo proposto.

- **Modelagem:** a modelagem é sub-dividida em (a) modelagem de negócio, responsável pela definição dos requisitos funcionais, requisitos não-funcionais, regras de negócio e fluxo de atividade; e (b) modelagem de funcionalidades, que descreve os dos diagramas de casos de uso, diagramas de classes e o modelo entidade-relacionamento (modelo de dados); e
- **Implementação:** com a finalização da modelagem, tem-se a definição das tecnologias a serem utilizadas, seguida da fase de implementação, propriamente dita, que culmina com os testes do protótipo do sistema (Observatório Virtual).

A etapa de testes e validação das funcionalidades propostas ocorreu através da utilização do protótipo para integração de dados de sistemas desenvolvidos junto ao Laboratório de Computação Aplicada – G10. Os resultados obtidos foram avaliados para verificação de eventuais problemas, tanto funcionais quanto de aderência às tecnologias utilizadas.

Na última etapa tem-se a síntese dos resultados alcançados, os problemas e as soluções encontradas durante as fases anteriores, bem como as expectativas de evolução do Sistema (Observatório Virtual).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BIODIVERSIDADE

Diversidade biológica significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

(Artigo 2 da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, 2006))

2.1.1 Conceitos Básicos

Biodiversidade, ou diversidade biológica é a diversidade da natureza viva. Usualmente, corresponde à variedade de organismos por unidade de área, considerado em todos os níveis taxonômicos, desde variações genéticas pertencentes à mesma espécie, até as diversas séries de espécies, gêneros, famílias e níveis taxonômicos superiores (PEARCE & MORAM, 1994; KRISHNAMURTHY, 2003; JEFFRIES, 2006).

Diversos autores definem biodiversidade não somente quanto à variabilidade de organismos vivos de todas as origens, mas também como a de ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, englobando também a diversidade dentro de espécies e entre espécies (Quadro 1).

2.1.2 Convenção Sobre Diversidade Biológica

A biodiversidade ganhou um papel de destaque entre biólogos, ambientalistas e líderes políticos, principalmente com o aumento da preocupação com a extinção de organismos observada nas últimas décadas do século XX. Neste contexto, o estudo da biodiversidade tem o objetivo maior de auxiliar no entendimento dos efeitos das atividades humanas sobre as espécies, as comunidades e os ecossistemas, permitindo novas abordagens para prevenir a

extinção de espécies e, se possível, reintegrar espécies ameaçadas em seus ecossistemas originais (PRIMACK, 1995; KRISHNAMURTHY, 2003; DICKSON & COONEY, 2006).

Quadro 1. Definições de biodiversidade (Adaptado de BAYDACK, CAMPA III & HAUFLER, 1999)

Definição⁶	Origem
"A quantidade de variabilidade genética dentro da espécie e o número de espécies em uma comunidade de organismos."	Norse e McManus (1980)
"Todas as formas de vida, com sua variedade múltipla, que ocorrem na terra."	Miller <i>et al.</i> (1985)
"A variedade e a variabilidade entre os organismos vivos e os complexos ecológicos em que ocorrem."	Office of Technology Assessment (1987)
"A diversidade e variabilidade de plantas, animais, microorganismos e os ecossistemas em que ocorrem."	Wilson and Peter (1988)
"O grau de variedade da natureza, incluindo a frequência dos ecossistemas, da espécie e dos genes em uma determinada área."	McNeely <i>et al.</i> (1990)
"A variedade de vida e seus processos."	U.S. Forest Service (1990)
"A variedade de vida e seus processos em uma determinada área"	Salwasser (1990)
"A variedade de vida e seus processos. Incluindo a variedade de organismos vivos, as diferenças genéticas entre eles e as comunidades e ecossistemas em que ocorrem."	The Keystone Center (1991)
"A variedade e a variabilidade entre os organismos vivos e os complexos ecológicos em que fazem parte; incluindo a diversidade dentro da espécie, entre espécies e dos ecossistemas."	United Nations Environment Programme (1991)
"A escala total da variedade e variabilidade dentro e entre os organismos vivos e dos complexos ecológicos em que ocorrem; abrange ecossistemas ou diversidade da comunidade, diversidade de espécies e a diversidade genética."	U.S. Congress (1991)
"A variedade de vida em uma área, incluindo composição genética, riqueza de espécies, distribuição e abundância de ecossistemas e comunidades e os processos pelos quais todas as coisas vivas interagem uns com os outros e com o seu ambiente."	U.S. Fish and Wildlife Service (1992)
"A variedade total de vida na terra."	Ryan (1992)
"Biodiversidade é a variabilidade entre organismos vivos de todas as fontes, incluindo entre outras coisas, ecossistemas terrestres, marinhos e outros aquáticos e os complexos ecológicos ao qual fazem parte."	Johnson (1993)
"A biodiversidade consiste mais do que apenas a variedade de espécies; envolve toda e qualquer espécie, a variação entre espécies, comunidades bióticas e ecossistemas em um processo dinâmico, sempre em mudança."	Noss and Cooperrider (1994)
"A diversidade e variabilidade total de organismos vivos e dos sistemas pelas quais fazem parte."	Heywood (1995)
"A variabilidade entre organismos vivos de todas as fontes, incluindo entre outras coisas, ecossistemas terrestres, marinhos e outros aquáticos e os complexos ecológicos ao qual fazem parte; incluindo diversidade dentro das espécies, entre as espécies e dos ecossistemas."	Environment Canadá (1996)
"A biodiversidade é um atributo de um local ou área que consiste na variedade dentre e entre as comunidades bióticas, influenciadas por seres humanos ou não, em qualquer escala, da micro à biosfera."	Delong (1996)

⁶ Tradução livre do autor.

Continuação: Quadro 1. Definições de biodiversidade (Adaptado de BAYDACK, *CAMPA III* & HAUFLEER, 1999)

Definição	Origem
“A biodiversidade tem que ser pensada em maneiras diferentes – em termos de tempo de evolução, como característica de comunidades naturais, globalmente e coletivamente.”	Lovejoy (1997)
“A biodiversidade é, em um sentido, tudo. A biodiversidade consiste em toda variação baseada em hereditariedade em todos os níveis de organização, dos genes dentro de uma única população ou espécie local até as espécies compondo toda ou parte de uma comunidade local e finalmente as próprias comunidades, que compõem as partes vivas multifacetadas dos ecossistemas do mundo.”	Wilson (1997)

A temática da biodiversidade tem recebido atenção crescente na agenda política internacional, marcada pela Conferência Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro. Evento que culminou com a criação da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), importante instrumento para a geração de políticas internacionais. Em linhas gerais, a CDB propõe regras para assegurar a conservação da biodiversidade, o seu uso sustentável e a justa repartição dos benefícios provenientes do uso econômico dos recursos genéticos, respeitada a soberania de cada nação sobre o patrimônio existente em seu território (PEARCE & MORAM, 1994).

Esta Convenção foi assinada por 175 países, dos quais 168 a ratificaram, incluindo o Brasil. A partir deste ponto, o governo Brasileiro criou uma série de instrumentos legais a fim de garantir as diretrizes básicas do CDB, destacando-se o Decreto Nº 1.354, de 29/12/94, publicado em 30/12/94, que instituiu o Programa Nacional de Diversidade Biológica – PRONABIO. Posteriormente, o Decreto Federal Nº 4.703, de 21 de maio de 2003 estabelece o regimento para o funcionamento da Comissão Nacional de Biodiversidade, que tem por função legal orientar a elaboração e a implementação da Política Nacional da Biodiversidade (BRASIL, 2003).

2.1.2.1 Programa Nacional de Diversidade Biológica

O PRONABIO, criado pelo decreto acima referido, tem como objetivo principal promover a parceria entre o Poder Público e a sociedade civil na

conservação da diversidade biológica, utilização sustentável dos seus componentes e repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes dessa utilização. Ele é, portanto, o principal instrumento do governo brasileiro para a implementação da Convenção sobre Diversidade Biológica no país. Sua estrutura se divide em componentes temáticos e biogeográficos (BRASIL, 2003):

- Componentes temáticos:
 - o Conhecimento da biodiversidade;
 - o Conservação da biodiversidade;
 - o Utilização sustentável dos componentes da biodiversidade;
 - o Monitoramento, avaliação, prevenção e mitigação dos impactos sobre a biodiversidade;
 - o Acesso aos recursos genéticos e aos conhecimentos tradicionais associados e repartição de benefícios;
 - o Educação, sensibilização pública, informação e divulgação sobre biodiversidade; e
 - o Fortalecimento jurídico e institucional para a gestão da biodiversidade;
- Componentes biogeográficos (conjunto de biomas brasileiros):
 - o Amazônia;
 - o Cerrado e Pantanal;
 - o Caatinga;
 - o Mata Atlântica e Campos Sulinos; e
 - o Zona Costeira e Marinha.

2.1.3 Biodiversidade Marinha

Segundo os componentes biogeográficos do PRONABIO, a biodiversidade marinha, se refere tanto aquela relacionada à “Zona Costeira”, quanto à “Marinha”. Ela é responsável por parte da riqueza natural existente no planeta. Isso pode ser avaliado pelo seu uso expressivo nas indústrias de pesca e turismo. Além disso, fornece importantes serviços ao ecossistema, como proteger a costa das erosões (mangues) e reciclar o dióxido de carbono na atmosfera (NRC, 1995). No entanto, ela vem sofrendo várias mudanças negativas ao longo dos

séculos, devido, em grande parte, à influência das atividades humanas. Diversos fatores têm colaborado com essas mudanças, dentre esses fatores pode-se destacar: (a) pesca exploratória; (b) poluição; (c) alterações físicas das áreas de costa; e (d) alterações climáticas globais (NRC, 1995).

O estudo da biodiversidade marinha assume importância quando se considera o seu aspecto econômico. A exploração exagerada dos estoques vem causando o declínio acentuado na produção, ao longo dos anos, causando a extinção de espécies ditas comerciais (THORNE-MILLER, 1999). Ainda associado à exploração econômica, em especial à pesca, um grande fator de risco são as chamadas capturas acidentais, sendo que um exemplo típico deste problema ocorre com as captura acidental de tartarugas marinhas, considerada uma das maiores ameaças às populações destes organismos no mundo. (MARCOVALDI *et al.*, 2000).

Não só a atividade de pesca constitui risco para a biodiversidade marinha, a ocupação desordenada e a atividade turística sem controle nas áreas costeiras também contribuem para a perda de biodiversidade, causando alteração de habitat e poluição (CLARK, 1995). Neste sentido, diversos grupos de pesquisa, conjuntamente com o governo brasileiro, encabeçam projetos de estudo sobre a biodiversidade marinha, conservação de espécies e regulamentação da exploração dos recursos naturais do mar (ver Quadro 2).

2.1.4 Projetos de Monitoramento e/ou Conservação no Brasil

Após a Convenção de Diversidade Biológica, observou-se, em âmbito mundial, um rápido aumento nos esforços e recursos para reverter a situação de baixo conhecimento da biodiversidade (KHAN & ATHER, 2006). Não sendo diferente no Brasil, além dos incentivos e iniciativas por parte do Governo, a preocupação sobre a perda de biodiversidade motivou organizações não-governamentais e centros de pesquisas de universidades a manterem projetos que buscam o conhecimento e a conservação sobre a biodiversidade marinha.

O Governo Federal, através do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), juntamente com a sociedade civil, criaram projetos de pesquisas e conservação das espécies ditas “carismáticas”, como as tartarugas marinhas, baleias, peixe-boi, entre outros.

Além disso, o governo vem instituindo programas de monitoramento, gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira, através de iniciativas como o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueira por Satélite (PREPS) e o Programa Nacional de Observadores de Bordo da Frota Pesqueira (PROBORDO) (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2006a). Essas iniciativas visam obter um controle sobre a atividade de pesca nos oceanos, porém, em uma análise mais detalhada, pode-se destacar a potencialidade desses programas em relação a geração de informações objetivas e confiáveis sobre biodiversidade marinha, principalmente quando associados a instituições de pesquisas.

Uma síntese das iniciativas de conservação e monitoramento tanto governamentais quanto não-governamentais é apresentada no Quadro 2, destacando-se aquelas com potencial de integração ao Observatório Virtual.

Quadro 2. Iniciativas para conservação e/ou monitoramento da biodiversidade marinha no Brasil.

<i>Iniciativas</i>	<i>Descrição sucinta</i>	<i>Ano</i>		<i>Potencial de integração^a</i>
		<i>Início</i>	<i>Fim</i>	
Projeto TAMAR	Projeto de conservação de tartarugas marinhas executado pelo Centro TAMAR-IBAMA e pela Fundação Pró-TAMAR. Possui em sua base de dados mais de 25 anos de registros reprodutivos, avistagens e de interação com a pesca. Desenvolveu recentemente um novo sistema de informação, já baseados em padrões de interoperabilidade de dados.	1980 ^b	-	Sim
Projeto Albatroz	Atua em diferentes áreas visando reduzir a captura de aves marinhas nas pescarias oceânicas através da introdução de medidas mitigadoras na atividade de pesca.	-	-	N.D

Continuação: Quadro 2. Iniciativas para conservação e/ou monitoramento da biodiversidade marinha no Brasil.

<i>Iniciativas</i>	<i>Descrição sucinta</i>	<i>Ano</i>		<i>Potencial de integração^a</i>
		<i>Início</i>	<i>Fim</i>	
Projeto Baleia Franca	Este projeto, administrado pela Coalizão Internacional da Vida Silvestre - IWC/BRASIL, tem como objetivo principal garantir a sobrevivência e a recuperação populacional da baleia franca em águas brasileiras. Um novo sistema de informação, baseado em <i>Web</i> e utilizando padrões de interoperabilidade de dados encontra-se em desenvolvimento.	1981	-	Sim
Projeto Baleia Jubarte	Mantido pelo Instituto Baleia Jubarte, o projeto tem por objetivo proteger a espécie através da avaliação do tamanho populacional, identificação de cada indivíduo, estudo do comportamento natural e interação com a atividade de turismo, além de atividades educacionais.	1996	-	N.D.
Projeto Peixe-boi	Atenuar os status de conservação em que se encontram as duas espécies de Sirênios existentes no Brasil é o principal objetivo do Projeto Peixe-Boi/IBAMA-FMM. Além das campanhas de conscientização, o projeto adota uma metodologia de observação de peixe-boi marinho em áreas de importante ocorrência, onde pontos fixos são observatórios utilizados para contagem de animais nativos.	1980	-	N.D.
Centro Mamíferos Aquáticos	O Centro Mamíferos Aquáticos é uma unidade especializada do Ibama (CMA), com atuação em todo o território nacional. Trabalhando em prol dos mamíferos aquáticos e de seus <i>habitats</i> , o CMA coordena, executa e promove estudos, projetos e programas de pesquisa, manejo e conservação destes animais. Através da Rede de Encalhe de Mamíferos Aquáticos do Brasil (REMAB), utiliza o SIMMAM (anteriormente citado) para disponibilizar à comunidade científica e o público em geral, informações referentes à avistagens e encalhes de mamíferos marinhos na costa brasileira.	2000	-	Sim
Programa REVIZEE	O Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva foi criado em resposta ao compromisso assumido pelo Brasil, quando da ratificação da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Como resultado, garantiu a obtenção, a sistematização e a divulgação das informações necessárias tanto para o reordenamento das pescarias nacionais, como também para o cumprimento das metas assumidas frente à comunidade internacional.	1990	2006	N.D.

Continuação: Quadro 2. Iniciativas para conservação e/ou monitoramento da biodiversidade marinha no Brasil.

<i>Iniciativas</i>	<i>Descrição sucinta</i>	<i>Ano</i>		<i>Potencial de integração^a</i>
		<i>Início</i>	<i>Fim</i>	
PREPS	O Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite, tem como objetivo principal monitorar a atividade de pesca em águas brasileiras. Para isso, faz uso de um sistema de informação que recebe e sistematiza os dados de localização das embarcações, utilizando conceitos de <i>WebGIS</i> para o seu gerenciamento. A sua concepção engloba a utilização de padrões abertos de comunicação (ex. padrões OGC, SOAP), permitindo a troca de informações com sistemas distintos.	2007	-	Sim
PROBORDO	O Programa Nacional de Observadores de Bordo da Frota Pesqueira tem como objetivo definir os procedimentos para a atuação dos Observadores de Bordo nas embarcações de pesca integrantes do ProBordo.	2006	-	Sim

^a A avaliação sobre o potencial de integração é obtido através da análise sobre as tecnologias utilizadas pelos sistemas de informações dos projetos; Na impossibilidade de realizar tal análise, o potencial de integração é definido como não disponível.

^b 1980 – Criação do Projeto TAMAR; 1988 – Criação da Fundação Pró-TAMAR; 1990 – Criação do Centro TAMAR-IBAMA.

Os sistemas de informações do projeto TAMAR, do projeto Baleia Franca, o SIMMAM, o PREPS e o Sistema do PROBORDO foram ou estão sendo desenvolvidos pelo Laboratório de Computação Aplicada da UNIVALI, e trazem consigo a concepção baseada em tecnologias *web* e o emprego de padrões de interoperabilidade para dados geoespaciais.

Contudo, deve-se ressaltar que em sistemas como o PREPS, que monitora a frota pesqueira, o maior desafio não reside na limitação tecnológica para o compartilhamento dos dados gerados, e sim no receio por parte dos armadores das embarcações em tornarem públicos seus locais de pesca. O PROBORDO, mesmo tendo como objetivo principal o monitoramento da captura realizada por embarcações pesqueiras, pode ser considerado como potencial fornecedor de dados ao Observatório Virtual, principalmente em relação divulgação de capturas acidentais de espécies durante a atividade pesqueira.

Outro programa com potencial de integração com o Observatório Virtual,

devido a sua natureza, é o REVIZEE, encerrado em 2006. Segundo Brasil (2006c), os dados primários, derivados de prospecções e trabalho de campo, e secundários, obtidos em laboratório, foram armazenados em uma base comum, associada ao Sistema de Informações do REVIZEE (SisREVIZEE). O sistema, inicialmente disponível às Coordenações Nacional e Regionais, deverá, futuramente, ter o acesso liberado pela Internet, para a comunidade científica e a sociedade em geral. Porém, não fica claro nem quando e nem como esses dados serão disponibilizados.

2.2 BIOINFORMÁTICA

A bioinformática é a integração da Biologia, Ciência da Computação e Tecnologia da Informação para o desenvolvimento, compartilhamento e análise de dados biológicos.

(FONSECA, 2001)

2.2.1 Conceitos Básicos

Em um contexto geral, a bioinformática lida com dados experimentais, procurando identificar padrões com relevância biológica através da análise exploratória de dados. Este conceito básico vale para todas as suas subdivisões, respeitando-se as especificidades das áreas de conhecimento (FONSECA, 2001):

- **Informática Molecular ou Genética:** envolve o uso de bancos com seqüências de DNA para se descobrir o funcionamento de genes, como podem ser controlados e mapeados;
- **Informática Médica:** inclui a visualização de imagens médicas em computadores com o objetivo de reconhecer padrões e executar simulações anatômicas. Inclui também a neuro-informática, que faz uso de modelos computacionais representando o funcionamento do cérebro;
- **Informática da Biodiversidade:** é a conversão para meio digital das informações sobre biodiversidade disponíveis atualmente em livros, fichas, catálogos e até mesmo em meios digitais obsoletos; e

- **Informática do Meio Ambiente:** define a combinação da Informática da Biodiversidade e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Com isso, pode-se gerar modelos de previsão de ocorrência de espécies para uso em planejamento ambiental, por exemplo.

O estudo da biodiversidade marinha, foco desta dissertação, encontra-se diretamente ligado à Informática da Biodiversidade e a Informática do Meio Ambiente, detalhadas a seguir.

2.2.2 Informática da Biodiversidade

A informática da biodiversidade utiliza o poder de tecnologias computacionais e de informação para organizar e analisar dados biológicos de coleções de pesquisa, experiências, sensoriamento remoto, modelagens, busca e instrumentação de bases de dados, de modo à disponibilizá-los aos usuários (SCHALK, 1998; BISBY, 2000; SCHNASE *et al*, 2003).

A essência da informática da biodiversidade é garantir eficientemente o fluxo da informação, a criação, análise e as saídas apropriadas ao tipo de uso, aplicando a tecnologia da informação (TI) ao domínio da biodiversidade (SCHALK, 1998; SCHNASE *et al*, 2003; MITRA & PEDRYCZ, 2006). Segundo Berendsohn (1995) e Schnase *et al* (2003), as áreas da informática da biodiversidade fundamentais para garantir que esses objetivos sejam alcançados são a classificação taxonômica e a distribuição das espécies. Elementos contemplados na concepção do Observatório proposto, conforme apresentado no Capítulo 3 deste documento.

2.2.2.1 Classificação Taxonômica

A taxonomia é a ciência responsável pela identificação, descrição e classificação, em termos gerais (BAILEY, 1994), e que no contexto biológico se refere especificamente à organismos (BICUDO, 2004; RAPINI, 2004). Seu objetivo consiste, deste modo, na identificação de todos os organismos em unidades de classificação (os taxa) referenciadas hierarquicamente em categorias (ex. classe, ordem, família, gênero, espécie), segundo regras de classificação

(OXFORD, 1991). O nome dado a estas unidades segue um sistema internacional de nomenclatura⁷, constituindo uma linguagem comum entre os biólogos (DUBOIS, 2003).

Vecchione *et al* (2000) sugere que é necessário realizar uma identificação apropriada dos organismos para monitorar a biodiversidade em todos os seus níveis, e que deve-se conhecer o relacionamento entre diferentes espécies para determinar a unicidade evolucionária das espécies. Sob esta perspectiva, a classificação taxonômica é essencial para estudos e suporte à decisão sobre ações de conservação da biodiversidade. Tal afirmação tem o suporte de programas como o *the Global Taxonomy Initiative (GTI)*, atividade associada às demandas estabelecidas na Convenção sobre Biodiversidade e ao GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*). Um exemplo que pode ser citado em relação à importância do reconhecimento das espécies e suas distribuições é o da presença de espécies invasoras em uma determinada área (GRAHAM *et al.*, 2007); a distribuição de aves migratórias; o surgimento de novas doenças; e o impacto causado pelas migrações de animais sobre ecossistemas (MCNEELY, 2002). Assim, o desenvolvimento de políticas de conservações de espécies eficientes, em escala mundial, requer o aumento do conhecimento taxonômico (DUBOIS, 2003).

Essa importância vai de encontro com a tendência mundial de abandono da Taxonomia, a medida que o estudo sobre a biodiversidade torna-se um importante aliado para a sua revalorização (BICUDO, 2004; RAPINI, 2004). É nesta frente de conhecimento que uma nova Taxonomia baseada em recursos da Tecnologia da Informação vem se estabelecendo como uma área importante da Bioinformática (RAPINI, 2004), conforme descrito anteriormente. Dentre os sistemas de informação orientados a esta função destacam-se o Sistema Integrado de Informação Taxonômica – ITIS, o Organizador e Indexador Biológico Universal - uBio e o Species 2000, a seguir apresentados.

⁷ Existem três regras internacionais distintas: uma para microbiologia, outra para a botânica e uma terceira para a zoologia.

2.2.2.1.1 Sistema Integrado de Informação Taxonômica

O Sistema Integrado de Informação Taxonômica foi inicialmente estabelecido como um projeto colaborativo entre cinco agências governamentais americanas: USGS⁸, USDA⁹, NOAA¹⁰, EPA¹¹ e o Instituto *Smithsonian*, visando a padronização na indexação taxonômica para usos em sistemas de informação, além da função básica de servir de repositório sobre informações sobre espécies (SINGH, 2004). O sucesso da iniciativa tem levado outras nações a integrarem-se a equipe do ITIS, como o Ministério da Agricultura e Alimento do Canadá, a Comissão Internacional para o Estudo da Biodiversidade (CONABIO) do México e mais recentemente, o Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA) do Brasil (ITIS, 2007). O ITIS mantém uma base de dados para consulta pela Internet, fornecendo informações detalhadas sobre unidades taxonômicas, como: nome científico; autor; sinônimos; nomes comuns; hierarquia taxonômica e referências bibliográficas (Figura 4).

The screenshot displays the ITIS Report for *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758). The page includes a navigation menu with links for Home, About Data, Data Access, Submit Data, Tools, and Comment. The main content is organized into three sections: Taxonomy and Nomenclature, Taxonomic Hierarchy, and References.

Taxonomy and Nomenclature	
Kingdom:	Animalia
Taxonomic Rank:	Species
Synonym(s):	Caretta caretta caretta (Linnaeus, 1758) Testudo caretta Linnaeus, 1758
Common Name(s):	Loggerhead [English] loggerhead sea turtle [English] Tortuga-marina caguama [Spanish]
Taxonomic Status:	
Current Standing:	valid

Taxonomic Hierarchy	
Kingdom	Animalia -- Animal, animals, animaux
Phylum	Chordata -- chordates, cordado, cordés
Subphylum	Vertebrata -- vertebrado, vertebrates, vertébrés
Class	Reptilia Laurenti, 1768 -- répteis, reptiles, Reptiles
Order	Testudines Linnaeus, 1758 -- terrapins, tortoises, tortues, Turtles
Family	Cheloniidae Oppel, 1811 -- marine turtles, modern sea turtles, Sea Turtles
Genus	Caretta Rafinesque, 1814 -- Loggerhead Sea Turtles
Species	Caretta caretta (Linnaeus, 1758) -- Loggerhead, loggerhead sea turtle, Tortuga-marina caguama

References	
Source:	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, database (version undefined)
Acquired:	2000
Notes:	CONABIO: (http://www.conabio.gob.mx)
Reference for:	Caretta caretta
Source:	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, database (version undefined)
Acquired:	2001
Notes:	CONABIO: (http://www.conabio.gob.mx)
Reference for:	Tortuga-marina caguama [Spanish]

Figura 4. Exemplo de consulta em HTML por *Caretta caretta* ao banco de dados do ITIS. Fonte: (ITIS, 2007)

⁸ United States Geological Survey

⁹ United States Department of Agriculture

¹⁰ National Oceanographic and Atmospheric Administration

¹¹ Environmental Protection Agency

A partir do estabelecimento da colaboração com outros países, o ITIS passou a disponibilizar uma ferramenta de busca taxonômica que permite a recuperação de dados em formato XML. Este formato provê uma representação estruturada dos dados através da utilização de tags, possibilitando a interoperabilidade de dados entre o ITIS e outros sistemas de informação que necessitam de dados taxonômicos, atendendo assim as expectativas da Convenção sobre Biodiversidade (CBD, 2006). Para garantir a indexação no ITIS, para cada registro existente no banco de dados é associado um código único, denominado TSN (*Taxonomic Serial Number*). Este código serve de referência para a associação de um registro de outro sistema e o do banco de dados do ITIS. Um exemplo de resposta a uma consulta feita a esta ferramenta do ITIS é apresentado na Figura 5. Nela é mostrado um fragmento do XML retornado após uma busca pelo nome científico *Caretta caretta* no banco de dados do ITIS.

```

<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
<!DOCTYPE itis SYSTEM "http://www.cbif.gc.ca/xml/itis_our.dtd">
<itis>
  <datasource>
    <dbsource>ITIS: Integrated Taxonomic Information System</dbsource>
    <dbserver>ITIS*ca: ITIS Canada (Agriculture & Agri-Food
      Canada)</dbserver>
    <dbwebaddress>http://www.cbif.gc.ca/itis/</dbwebaddress>
  </datasource>
  <taxa>
    <taxon>
      <tsn>173830</tsn>
      <concatenatedname>Caretta caretta</concatenatedname>
      <author>
        <taxonauthor>(Linnaeus, 1758)</taxonauthor>
        <authorupdateddate>2004-04-09</authorupdateddate>
      </author>
      <url>taxa_xml.record?p_tsn=173830</url>
      <rank>Espécie</rank>
      <kingdom>Animalia</kingdom>
      <usage>válido</usage>
      <credibilityrating>verificada</credibilityrating>
      <vernacular>
        <commonname>loggerhead sea turtle</commonname>
        <language>English</language>
        <approvedind>N</approvedind>
        <vernacularupdateddate>2005-05-09</vernacularupdateddate>
      </vernacular>
      <vernacular>
        <commonname>Tortuga-marina caguama</commonname>
        <language>Spanish</language>
        <approvedind>N</approvedind>
        <vernacularupdateddate>2003-01-08</vernacularupdateddate>
      </vernacular>
    </taxon>
  </taxa>
</itis>

```

Figura 5. Fragmento de XML retornado após busca por espécie no ITIS.

Neste trecho de código encontram-se disponíveis as seguintes

informações:

- ***Datasource***: este elemento contém as informações referentes ao banco de dados consultado (nome do sistema, nome e endereço do servidor utilizado); e
- ***Taxon***: este elemento apresenta as informações sobre o táxon pesquisado. Dentre as informações contidas, merecem destaque a classificação (rank e kingdom), o autor (author) e o conjunto de elementos vernacular, que descrevem os nomes comuns conhecidos para o táxon e a língua de origem.

O elemento *credibilityrating* do XML indica o "Nível de Credibilidade Taxonômica". Ou seja, registros que foram verificados por autoridade taxonômica reconhecida e que atingem os padrões do Grupo de Trabalho Taxonômico do ITIS recebem a classificação "verificado". Do contrário, são classificados como "não verificados", devendo ser utilizados com cautela (ITIS, 2007).

A estrutura de dados em formato XML brevemente apresentada é elementar para a interoperabilidade de sistemas, sendo devidamente detalhada no item 2.3. A concepção do Observatório proposto neste trabalho se baseia no emprego de padrões de interoperabilidade, sendo que o ITIS é um elemento importante por permitir a padronização das consultas a distintos sistemas, assegurando consistência na integração dos dados.

A participação brasileira no ITIS, através do CRIA, reforça a necessidade deste tipo de padronização, ao mesmo tempo em que se destaca ao iniciar um procedimento que até então não existia para dados taxonômicos que tivessem nome comum no idioma português, o que tornava tanto o ITIS, quanto os dados desta natureza, de pouca valia para pesquisadores brasileiros. O número de registros no banco de dados do ITIS, com nome comum em português, ainda é incipiente (Figura 6).

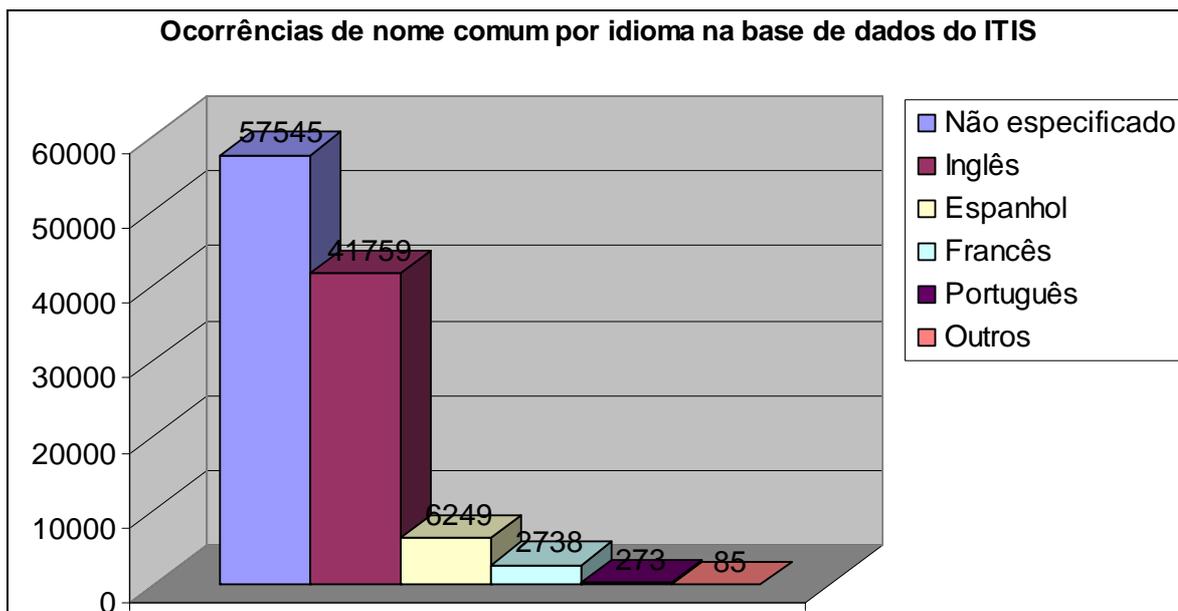


Figura 6. Gráfico comparativo entre ocorrência de nome comum por idioma na base de dados do ITIS.

No entanto, um passo foi dado e a aceitação do ITIS como fonte de indexação taxonômica por parte dos pesquisadores brasileiros poderá, ao longo do tempo, aumentar o número de registros e, considerando a rica biodiversidade existente, posicionar o Brasil como importante colaborador do ITIS.

2.2.2.1.2 Programa *Species 2000*

O programa *Species 2000* baseia-se em uma federação¹² de banco de dados por meio da qual as organizações trabalham juntamente com usuários, especialistas taxonômicos e agências patrocinadoras. O objetivo principal do programa *Species 2000* é criar e validar um *checklist*¹³ de todas as espécies do mundo (plantas, animais, fungos e micróbios), os dados são arquivados em bancos de dados cobrindo cada um dos principais grupos de organismos. Cada banco de dados cobre todas as espécies conhecidas de um grupo taxonômico. Existem atualmente 40 bancos de dados distribuídos pelo mundo, cobrindo, atualmente, 50% do total de espécies conhecidas (SPECIES 2000, 2007).

¹² Federação consiste na interligação de bancos de dados provendo uma visão global dos objetos de aprendizado, independente da sua distribuição física (THURASINGHAM,2000).

¹³ Um *checklist* representa determinações sobre quais taxa são aceitos ou válidos, definição de lista de sinônimos e classificação coerente das taxa.

Tanto o *Species 2000* quanto o ITIS estão buscando membros para atuarem como compiladores e curadores das informações taxonômicas. Na realidade, ambos produzem em parceria o Catálogo da Vida – um *Checklist* anual disponível no *website* do *Species 2000* e também por CD ROM, ilustrando o caráter colaborativo necessário ao desenvolvimento desta área do conhecimento (SPECIES 2000, 2007).

2.2.2.1.3 Projeto uBio – Organizador e Indexador Biológico Universal

O Laboratório de Biologia Marinha, centro internacional voltado a pesquisa, educação e treinamento em biologia, biomedicina e ecologia localizado em Massachusetts, Estados Unidos (MBL, 2007), é o principal mantenedor do projeto uBio - *Universal Biological Indexer and Organizer*.

Este projeto tem por objetivo fornecer ferramentas para auxiliar no gerenciamento de informações sobre organismos e busca solucionar os problemas de recuperação da informação taxonômica no que diz respeito a existência de vários nomes para um único táxon ou até mesmo que um nome pode fazer referência a mais de um táxon. Como solução, o uBio mantém duas bases de informações taxonômicas, a *NameBank* e a *ClassificationBank*, descritas a seguir (UBIO, 2007):

- ***NameBank***: consiste em manter um repositório contendo nomes e fatos relativos a registros biológicos; e
- ***ClassificationBank***: armazena múltiplas classificações e conceitos taxonômicos resultantes da opinião de especialistas, estendendo a funcionalidade do *NameBank*.

Segundo uBio (2007), os conceitos taxonômicos definem o que um nome realmente significa, porém, um mesmo nome pode representar diferentes conceitos tornando difícil, ou até mesmo impossível, diferenciar uns dos outros. O uBio *Taxonomic Name Server* (Servidor de Nome Taxonômico) atua, nesse sentido, como um dicionário de nomes, mapeando essas diferenças para representar diferentes pontos de vistas e servindo esses pontos de vistas através

de uma estrutura de dados que pode ser usada para indexação, recuperação e organização.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<results>
- <serviceData>
  <currentVersion>0.1</currentVersion>
  <dateStamp>2006-08-14</dateStamp>
  <timeStamp>10:58:32</timeStamp>
</serviceData>
- <scientificNames>
- <value>
  <namebankID>2842955</namebankID>
  <nameString>QXN0cmFjYW50aGEgb2N0b3B1cw==</nameString>
  <fullNameString>QXN0cmFjYW50aGEgb2N0b3B1cw==</fullNameString>
  <packageID>663</packageID>
  <packageName>Rosales</packageName>
  <basionymUnit>722509</basionymUnit>
  <rankID>24</rankID>
  <rankName>species</rankName>
</value>
- <value>
  <namebankID>703492</namebankID>
  <nameString>QXN0cmFjYW50aGEgb2N0b3B1cw==</nameString>
  <fullNameString>QXN0cmFjYW50aGEgb2N0b3B1cyAoQy4gVG93bnMuKSBBb2RsLg==</fullNameString>
  <packageID>663</packageID>
  <packageName>Rosales</packageName>
  <basionymUnit>722509</basionymUnit>
  <rankID>24</rankID>
  <rankName>species</rankName>
</value>
</scientificNames>
</results>
```

Figura 7. Fragmento de XML retornado após busca por espécie no uBio.

As técnicas fornecidas pelo uBio para permitir a interoperabilidade com outros Sistemas de Informação fazem uso de *web services* baseados no padrão SOAP ou *web services* puros, baseados em requisições HTTP e respostas em XML (mais informações sobre *web services* podem ser obtidas no item 2.3) . Para este último caso, a Figura 7 apresenta um trecho de código XML relativo ao retorno de uma consulta, onde se pode identificar a existência de dois elementos básicos: *serviceData*, contendo informações sobre o serviço consultado e *scientificNames*, trazendo um lista com todos os taxa encontrados.

2.2.3 Tecnologias da Informação Aplicadas à Biodiversidade

A existência de projetos importantes como os anteriormente apresentados só é possível graças ao desenvolvimento da Tecnologia da Informação (TI). Halpern e Cougias (2006) definem TI como qualquer equipamento ou sistema interconectado ou sub-sistema de equipamento que é usado na aquisição automática, no armazenamento, manipulação, gerenciamento, movimento,

controle, visualização, troca, intercomunicação, transmissão ou recepção de dados.

Sob a luz desta definição, pode-se dizer que a TI é um termo utilizado para representar um conjunto de recursos tecnológicos e computacionais para a geração e uso da informação (BEAL, 2004), que atuam integrados entre si a partir de três componentes básicos: o hardware, o software e o elemento humano.

Não existe um elemento que se sobressaia sobre o outro, os três elementos juntos permitem uma considerável evolução em praticamente todas as áreas da gestão da informação e do conhecimento. Especificamente neste tocante, a literatura da área enfatiza a função dos sistemas de informação, assim chamados por centrarem-se na produção de informações e conhecimentos a partir do tratamento de dados. Estes são produtos necessários ao desempenho racional do planejamento e a tomada de decisão (BASKERVILLE, DEGROSS & STAGE, 2000; LIU, 2000), seja em que área for.

Os Sistemas de Informação podem ser classificados conforme a sua especialidade, sendo o mais comum o sistema de informação gerencial. De especial interesse para os estudos relacionados às ciências naturais, e em especial à biodiversidade, destacam-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O SIG consiste em sistemas auxiliados por computador para a aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos e, segundo Fonseca (2001), sua importância no estudo da biodiversidade se deve à incorporação da dimensão geoespacial da informação aos dados taxonômicos, sendo ela responsável pelo surgimento da Informática do Meio Ambiente, anteriormente citada.

Com o advento da Internet e o avanço dos recursos tecnológicos, uma evolução natural dos SIG's foi a sua utilização a partir da Internet, através de sistemas *WebGIS* e Geo-Portais, detalhados a seguir.

2.2.3.1 WebGIS

O termo *WebGIS*, também conhecido como *Webmapping*, é utilizado para

sistemas baseados em *web* que tem como objetivo principal realizar a entrega de dados através de mapas dinâmicos (CABRAL *et al.*, 2002). Para Mitchell (2005), uma aplicação *WebGIS* é aquela em que o usuário pode, de alguma maneira, interagir com o mapa utilizando a *web*. Esta interação pode se dar de várias maneiras, como selecionar diferentes temas para visualização, alterar a escala de visualização em função da necessidade do usuário em aproximar ou afastar o mapa. Ou seja, a geovisualização ganha um papel de destaque na interação humana com o computador, facilitando a exploração dos dados, principalmente quanto as relações de vizinhança (FINNSETH & JÖKULSSON, 2004). Aspecto crucial quando se trabalha com dados de natureza ambiental. Além disso, mapas podem ser criados a partir de bancos de dados geográficos proporcionando um caráter dinâmico à representação temática.

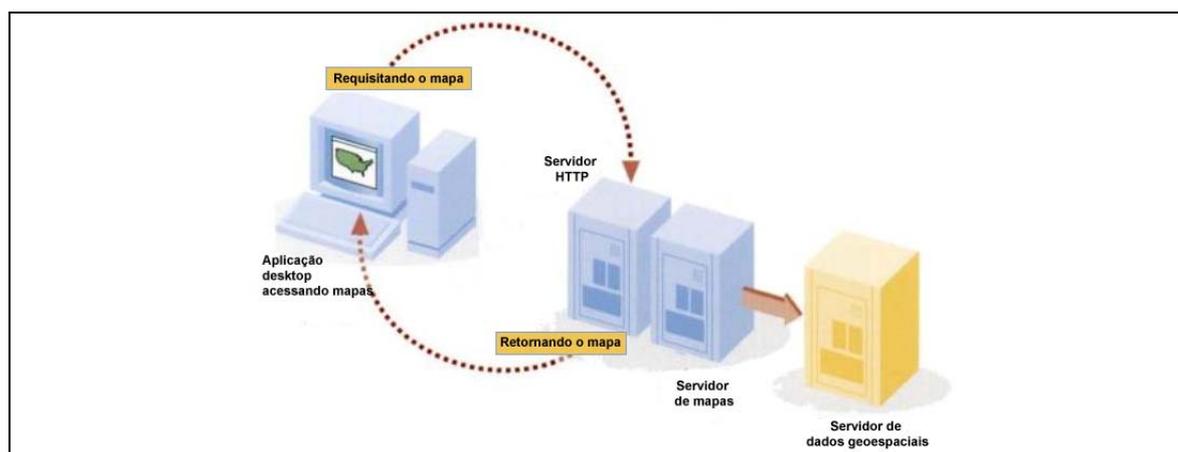


Figura 8. Diagrama demonstrando a interação entre o usuário cliente e a aplicação *WebGIS*. Adaptado de Mitchell, 2005.

Um sistema *WebGIS* não deve ser visto apenas sob a perspectiva da visualização de dados geoespacial via Internet. Aplicam-se a ele os conceitos de sistema de informação anteriormente descritos. O que neste caso quer dizer, explicitamente, a produção de informações e conhecimentos geográficos. No que concerne à TI, o *WebGIS* além de um sistema de informação, é um instrumento de interoperabilidade de sistemas. Para entender este aspecto, basta acrescentar ao modelo de Mitchell (2005) de funcionamento do *WebGIS* abaixo descrito e representado pela Figura 8, a consulta a mais de um sistema servidor de mapas:

- A partir de um navegador, o usuário acessa a aplicação *WebGIS*

hospedada em um determinado servidor *web*;

- O servidor *web* comunica-se com o sistema *WebGIS*;
- O sistema *WebGIS* realiza a leitura dos arquivos de dados geográficos armazenados em arquivos ou em banco de dados, efetua uma operação específica (aproximar, afastar, deslocar), converte o resultado da consulta em uma imagem de saída (GIF - *Graphics Interchange Format*, PNG - *Portable Network Graphics*, JPEG - *Joint Photographic Experts Group*); e
- O servidor *web* envia o resultado para o cliente, que visualiza o mapa através do navegador.

2.2.3.2 Geo-Portais

Os Portais são *websites* que atuam como uma porta ou uma passagem a uma coleção de recursos de informação, incluindo: série de dados, serviços, notícias, tutoriais, coleção de *links* para outros sites, geralmente através de catálogos (MAGUIRE & LONGLEY, 2005). Além disso, geralmente permitem a organização de uma comunidade de usuários e provedores com o propósito de agregar e compartilhar conteúdo. Apesar desta diversidade de serviços, existem basicamente duas categorias de portais: os genéricos e os especializados. Dentre os últimos, destacam-se pelo foco deste trabalho os geo-portais.

Iso, Soria e Medrano (2005) definem um geo-portal como um *website* utilizado como um ponto de entrada para conteúdo geográfico na *web*, ou ainda um *website* onde conteúdos geográficos podem ser descobertos. Sob esta perspectiva, os geo-portais atuam como repositórios de metadados sobre dados geográficos publicados na *web* através de *web services* geográficos, conforme demonstrado na Figura 9 (operação 1). Através deles, os usuários realizam pesquisas na base de metadados (operação 2), permitindo descobrir quais serviços/dados estão disponíveis para um tópico em particular, uma área geográfica e combinações de período de tempo (operação 3). Por último, os serviços podem ser acessados diretamente em aplicações clientes (operação 4).

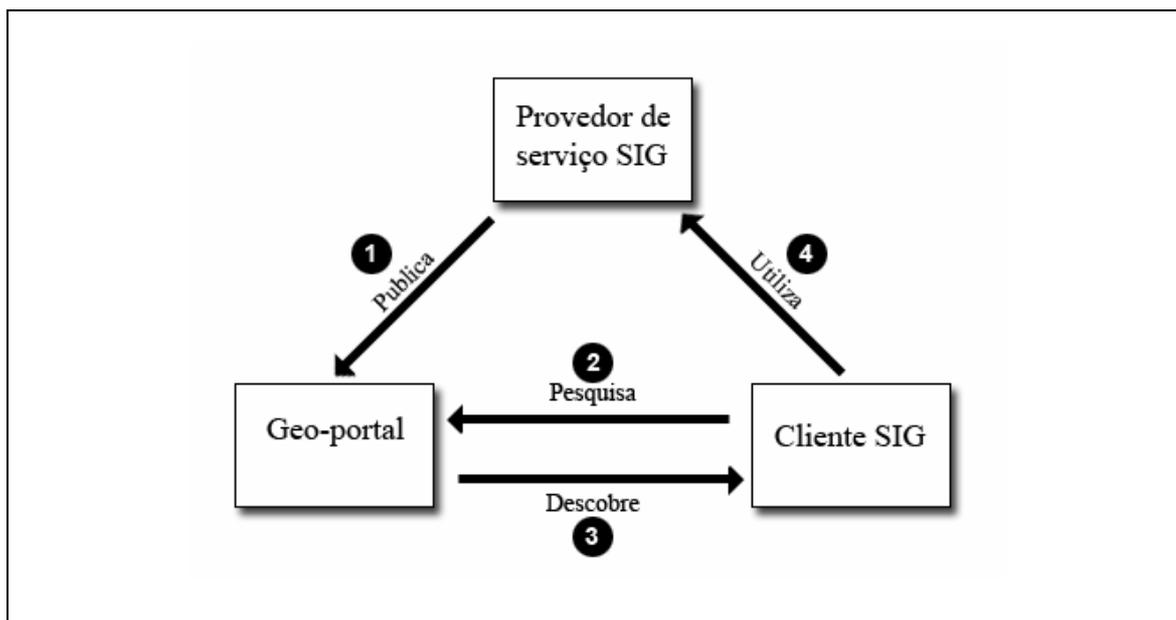


Figura 9. Esquema de funcionamento de um Geo-portal.
Adaptado de MAGUIRE & LONGLEY, 2005.

Dois importantes exemplos deste tipo de portal no Brasil são o do SIVAM¹⁴ e do Ministério do Meio Ambiente¹⁵. Em nível internacional, merecem destaque os portais: do *Global Environment Outlook*¹⁶; do *Minnesota Department of Natural Resources*¹⁷; e o INSPIRE, da Comunidade Comum Européia¹⁸.

2.2.3.3 Observatórios

Os Observatórios existem há vários séculos com distintas áreas de estudo, sendo as mais tradicionais a astronomia, geografia e meteorologia. O foco central dessas instituições, desde o primórdio, consiste na obtenção e sistematização de dados e informações e na condução de análises para a construção do conhecimento humano. Devido a essas características, os observatórios têm importância reconhecida na história da humanidade. Para MODRO (2005) um Observatório se caracteriza como sendo:

¹⁴ Sistema de Proteção da Amazônia (<http://www2.sipam.gov.br/geonetwork/srv/br/main.home>)

¹⁵ <http://mapas.mma.gov.br/geonetwork/srv/br/main.home>

¹⁶ <http://geodata.grid.unep.ch/>

¹⁷ <http://deli.dnr.state.mn.us/>

¹⁸ <http://eu-geoportal.jrc.it/>

- Uma entidade responsável por coletar informações confiáveis, realizar análises, e determinar um diagnóstico de um fenômeno. Nesse sentido, o Observatório opera como uma fábrica de conhecimento e idéias, simultaneamente;
- Uma composição de sistemas tecnológicos e de conhecimentos sobre uma determinada realidade (tema foco); e
- Uma estrutura para a observação de riscos e de oportunidades para a prospecção de cenários, diagnóstico, avaliações e soluções perante uma realidade específica e de sua articulação sistêmica.

No Brasil, o Observatório Nacional (ON) é uma das mais antigas instituições de pesquisa, ensino e prestação de serviços tecnológicos, tendo sido criada por Dom Pedro I em 15 de outubro de 1827 (ON, 2005). Além de trabalhos na área de astronomia, astrofísica e geofísica, o ON desenvolve projetos em outras áreas de interesse nacional. Esse é o caso, por exemplo, do Banco de Dados Ambientais para a Indústria do Petróleo – BAMPETRO (Figura 10), que se caracteriza por uma rede de cooperação entre várias instituições de pesquisa, constituída por uma central de banco de dados sobre áreas temáticas tais como Geofísica, Meteorologia, Biologia Marinha, Oceanografia Física, Oceanografia Química, Geologia Marinha e Impacto Sócio-Econômico.

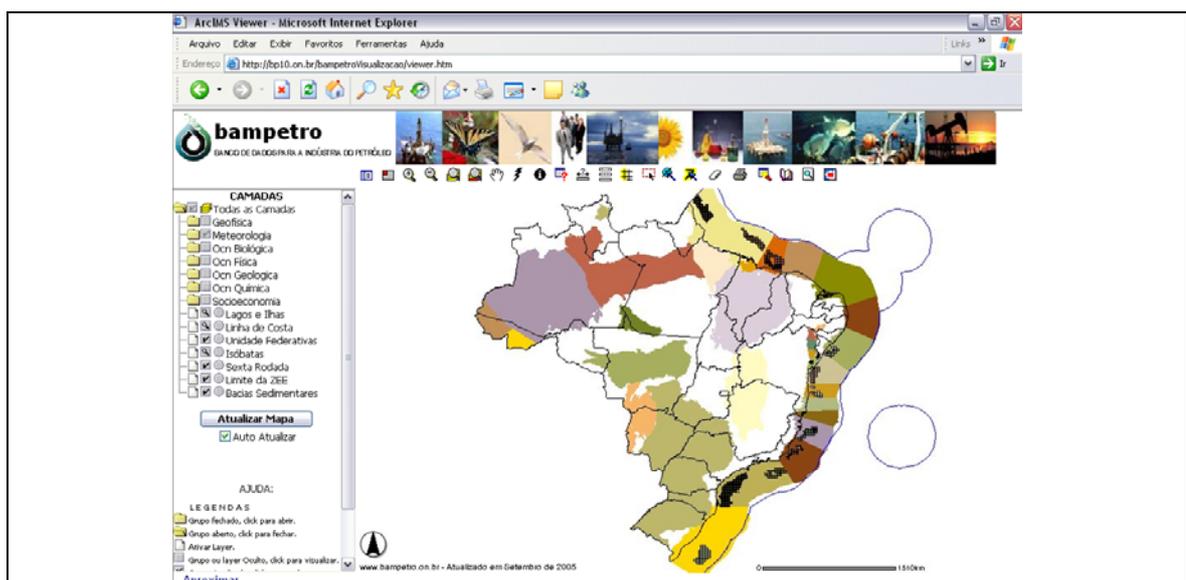


Figura 10. Interface web do BAMPETRO

O BAMPETRO é um exemplo de uma iniciativa nacional com feições de um observatório virtual. Ele integra dados ambientais e sócio-econômicos associados à indústria do óleo e gás, enriquecendo o escopo e abrangência geográfica de dados e informações para o licenciamento e desenvolvimento da atividade. No entanto, o BAMPETRO distancia-se do conceito de Observatório ao não contemplar dois aspectos cruciais já mencionados: a interoperabilidade entre sistemas (item 2.3), definida por padrões internacionais, como os estabelecidos pelo *Open Geospatial Consortium* – OGC, e por possuir uma estrutura baseada num banco de dados central, que serve de repositório dos dados. Nesse último aspecto, cabe chamar a atenção para o fato de que um Observatório Virtual deve ser um integrador de dados de distintos sistemas, porém sem replicação dos dados, ou seja, os dados permanecem em seus respectivos bancos originais.

O conceito de Observatório Virtual difere dos Observatórios tradicionais, primeiramente, por utilizar a Internet como meio de recepção, sistematização e distribuição de dados e informações. Isso permite a troca de dados provenientes de distintas fontes, e geralmente, em diferentes formatos. Esse processo deve ser transparente ao usuário do sistema, sendo apenas detectável que as origens dos dados são distintas (FERNANDES & BRUCH, 2005).

No âmbito internacional, uma iniciativa que merece destaque é o *Ocean Biogeographic Information System* (OBIS), um Sistema de Informação Biogeográfica Oceânica que conta com infra-estrutura para fornecer acesso a dados e informação e disponibilizar ferramentas de análises (ZHANG & GRASSLE, 2003). Dentro desta infra-estrutura, O OBIS possui um componente denominado SEAMAP (*Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations*) que consiste em um banco de dados georreferenciado sobre distribuição e abundância de aves, mamíferos e tartarugas marinhas (READ *et al.*, 2004). Esses dados são oriundos de diversas origens e formatos e unificados em bancos de dados centralizados, permitindo uma visualização integrada dos mesmos em ambientes diversos (Figura 11).

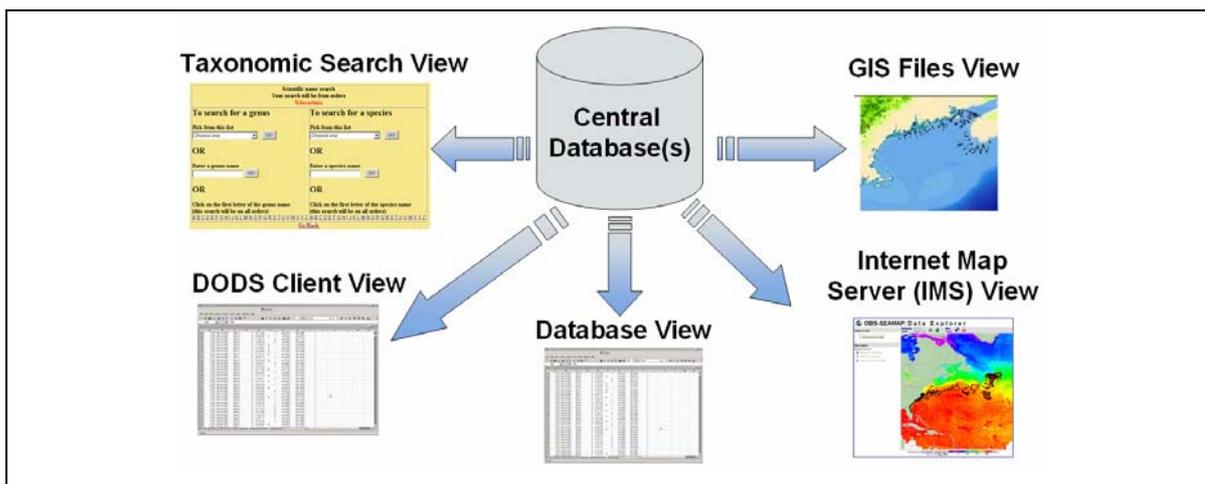


Figura 11. Esquema da arquitetura do OBIS-SEAMAP.
Fonte: Read et al. (2004).

Em face aos distintos formatos de dados existentes, o OBIS-SEAMAP faz uso de diferentes protocolos para garantir o recebimento destes de forma padronizada (Quadro 3). A partir da visão integração desses dados, o OBIS-SEAMAP busca facilitar o estudo sobre os potenciais impactos causados por espécies invasoras, testar hipóteses sobre modelos biogeográficos e auxiliar na criação de modelos que possam prever mudanças na distribuição de espécies em resposta às mudanças ambientais (ZHANG & GRASSLE, 2003).

Quadro 3. Protocolos utilizados pelo OBIS-SEAMAP para integração de dados. Adaptado de Read et al. (2004).

Tipo de dado	Protocolo/Ferramenta	Exemplo de provedor
Dados vetoriais	DiGIR/XML	OBIS
Dados matriciais	DODS	Nora
Metadados	FGDC	NSDI
Mapas	OGC WMS	UNEP/ WCMC

Já a nível nacional, o sistema que mais se aproxima ao conceito de observatório virtual é o OBID – Observatório Brasileiro de Informações Sobre Drogas – que tem, como objetivo principal, identificar todos os processos envolvidos na distribuição e consumo de drogas no Brasil, bem como suas conseqüências em termos de saúde pública, relacionando, por exemplo, o consumo de drogas e os atendimentos aos usuários realizados pelo Sistema Unificado de Saúde (MODRO, 2005).

2.3 INTEROPERABILIDADE DE DADOS

Entende-se por interoperabilidade a capacidade de compartilhar e trocar informações e processos entre ambientes heterogêneos, autônomos e distribuídos.

(YUAN, 1998)

2.3.1 Conceitos Básicos

A interoperabilidade de dados não se resume somente na integração de sistemas construídos com a mesma base tecnológica, e sim na criação de estruturas e padrões que permitam a troca de dados independente da arquitetura adotada. A adoção de padrões, além de facilitar a interoperabilidade, também busca garantir a consistência das informações. Segundo Jacoski e Lamberts (2002), para garantir estas características acima citadas é necessário:

- **Abertura:** quando ligado à indústria do software, a publicação de estruturas internas de dados permite que os usuários construam aplicações que podem ser integradas aos componentes de software para qualquer tipo de usuário;
- **Troca:** capacidade de troca de dados livremente entre sistemas, porque assim cada sistema terá o conhecimento do formato ou linguagem dos outros sistemas;
- **Simplificação:** simplificação nas complexas coleções de formatos e padrões existentes na indústria de software, buscando uma maior consistência;
- **Transparência:** transparência aparece como a possibilidade de uniformizar as formas e dar uma homogeneidade à informação, que se reduz em apenas um formato, podendo ser utilizável por qualquer um; e
- **Similaridade:** com grande relevância, é a medida do nível para o qual dois tipos de dados, sistemas ou usuários utilizam as mesmas convenções, e por isso encontram facilidades de interoperarem.

Considerando a dimensão geoespacial da informação, o grande desafio do intercâmbio de dados consiste em enfrentar a diversidade de modelos conceituais¹⁹ dos Sistemas de Informação Geográfica existentes no mercado (CASANOVA, 2005). No entanto, abordagens atuais trazem avanços significativos no processo de intercâmbio e distribuição dos dados produzidos por fontes independentes (COSTA, 2005). Dentre essas abordagens, pode-se destacar o uso de padrões de dados para transporte e armazenamento; de metadados, utilizados para descrever os dados interoperáveis; e *web services*, responsáveis por realizar a troca de dados entre os sistemas. Neste sentido, Shet e Larson (1999 *apud* COSTA, 2005) defendem que a utilização desses conceitos permite a preservação da independência e autonomia de cada uma das fontes que compõe as estruturas, e o acesso às informações é realizado diretamente na origem, sem a necessidade da replicação do dado.

2.3.2 Metadados

Normalmente definido como “dado sobre o dado”, os metadados descrevem o conteúdo, a condição, o histórico, a localização e o formato do dado (MAGUIRE & LONGLEY, 2005; CASANOVA, 2005). O objetivo do seu uso é ter um mecanismo para identificar qual dado existe, a sua qualidade e como acessá-lo e usá-lo (LIMA, CÂMARA & QUEIROZ, 2002).

O uso de metadados é essencial para permitir a interoperabilidade de dados. Porém, na busca pelo compartilhamento eficiente dos dados, faz-se necessário que a arquitetura de metadados e as soluções para consulta sejam mundialmente padronizadas (CASANOVA, 2005). Dentre as inúmeras propostas de padronizações existentes, duas em especial fazem referência a esquemas de metadados para dados geográficos. São os padrões definidos pelo *U.S. Federal*

¹⁹ Segundo Thomé (1998 *apud* CASANOVA, 2005), entende-se por modelos conceituais a semântica do funcionamento de cada Sistema de Informação Geográfica, e a maneira como os dados devem estar organizados.

Geographic Data Committee (FGDC²⁰) e pelo *Internacional Organization of Standards* (ISO²¹).

2.3.2.1 Padrão FGDC

O FGDC é um comitê dos Estados Unidos que coordena o compartilhamento de dados geográficos pelo portal Geodata²², disponibilizando-os através do *National Spatial Data Infrastructure Clearing Network*. Essa rede é uma coleção de catálogos de metadados conhecida como *Clearinghouse Nodes*, onde cada nó é hospedado por uma organização diferente e contém metadados que descrevem dados sob sua área de responsabilidade (FGDC, 1998).

Segundo NSDI (1997 *apud* CASANOVA, 2005), o padrão definido pela FGDC estabelece um conjunto de terminologias e definições de documentação de dados geográficos digitais, incluindo elementos de metadados para os seguintes tópicos:

- **Identificação:** nome, desenvolvedor, área geográfica coberta, temas de informações incluídas e tipo de acesso (restrito ou público);
- **Qualidade do dado:** precisão da posição e dos atributos, integridade, consistência e procedência;
- **Organização geoespacial do dado:** modelo de dados geoespacial utilizado para codificar o dado geográfico e número de objetos geográficos;
- **Referências geoespaciais:** codificação das localizações das coordenadas, projeção do mapa e parâmetros para converter o dado para outro sistema de coordenadas;
- **Informação de entidade e atributos:** informação geográfica (estradas, casas, elevação, temperatura, etc);

²⁰ Disponível em: <http://www.fgdc.gov>

²¹ Disponível em: <http://www.iso.org>

²² Disponível em: <http://www.geodata.com>

- **Distribuição:** agência de distribuição, formatos e mídias disponíveis, preço e distribuição on-line; e
- **Referência de metadados:** *timestamp* (data e hora) e agência responsável pela compilação dos metadados.

A estrutura do padrão FGDC baseia-se em esquema XML e está organizada em uma hierarquia de elementos de dados e elementos compostos, possuindo como ponto inicial a seção denominada de *metadata* (FGDC, 1998). Segue a ela as seções (Figura 12): *Identification*, *Data Quality*, *Spatial Data Organization*, *Spatial Reference*, *Entity and Attribute*, *Distribuition* e *Metadata Reference*, além das seções de suporte, *Citation*, *Time Period* e *Contact*, utilizadas em complemento às demais seções.

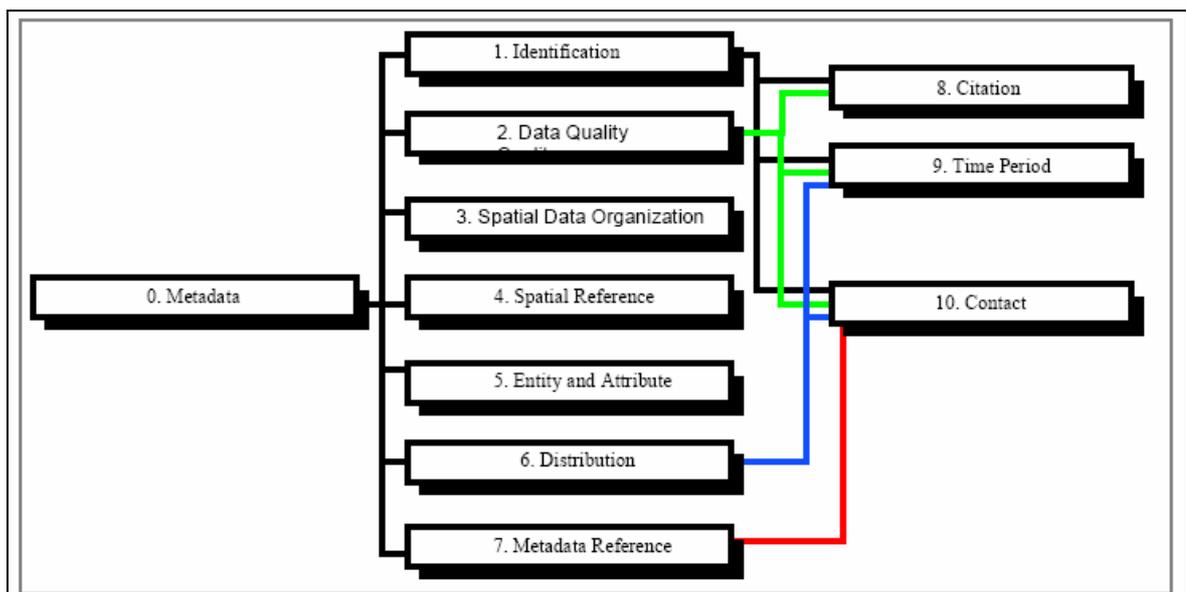


Figura 12. Estrutura do padrão de metadados do FGDC.
Fonte FGDC (1998)

2.3.2.2 Padrão ISO

O padrão de metadados para dados geoespaciais da *International Standard Organization* - ISO foi definido pelo Comitê Técnico ISO/TC211, através da norma ISO 19115:2003. A exemplo do FGDC, a norma define elementos de metadados, como identificação, extensão, qualidade, esquema temporal e geoespacial, referência geoespacial e distribuição do dado, e fornece um

esquema e uma terminologia de metadados comum (KRESSE & FADAIE, 2004).

No esquema da norma ISO 19115:2003 encontram-se assim definidas as estruturas de dados básicas que organizam os dados e seus relacionamentos com metadados, conforme apresentado na Figura 13. Os *DS_Dataset* são as coleções de dados identificáveis que podem representar abstrações menores do mundo real, limitadas por alguma restrição como extensão geoespacial ou tipo de objeto, e estão fisicamente localizadas dentro de outra representação maior do mundo real, ou de outro dado. Neste caso, dados podem representar tanto um único objeto geográfico, quanto um mapa, imagem geográfica ou qualquer outro dado geográfico (ISO, SORIA & MEDRANO, 2005).

Uma agregação de dados é uma abstração para agrupar conjuntos de dados geográficos relacionados, podendo ser especificada como um agrupamento de uso geral (*DS_OtherAggregate*), uma série de dados (*DS_Series*) ou como uma atividade especial (*DS_Initiative*). Por sua vez, uma série de dados pode ser do tipo plataforma de sensoriamento (*DS_Platform*), sensor (*DS_Sensor*) ou uma produção em série (*DS_ProductionSeries*). Por fim, uma agregação (*DS_Aggregate*) pode agrupar outras agregações formando uma hierarquia de dados (KRESSE & FADAIE, 2004).

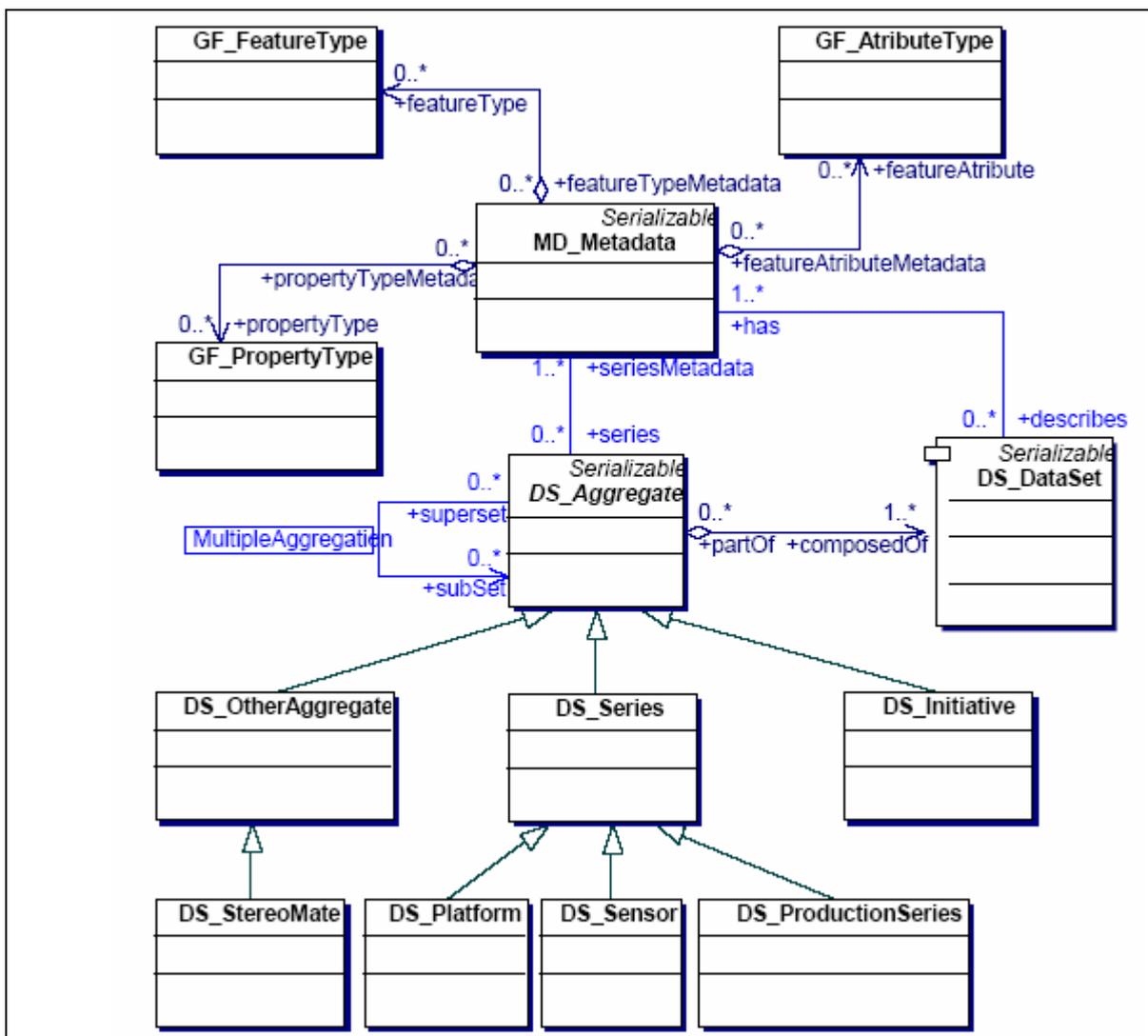


Figura 13. Esquema de organização de dados geográficos definidos pela ISO 19115.

Os metadados estão normalmente associados ao conjunto de dados, que devem possuir pelo menos uma estrutura de metadados. Ao tratar-se de séries de dados, a norma propõe que a agregação dos dados possua pelo menos uma estrutura de metadados. Os metadados estão distribuídos por várias estruturas de dados que organizam as informações segundo sua natureza (KRESSE & FADAIE, 2004), conforme apresentado na Figura 14.

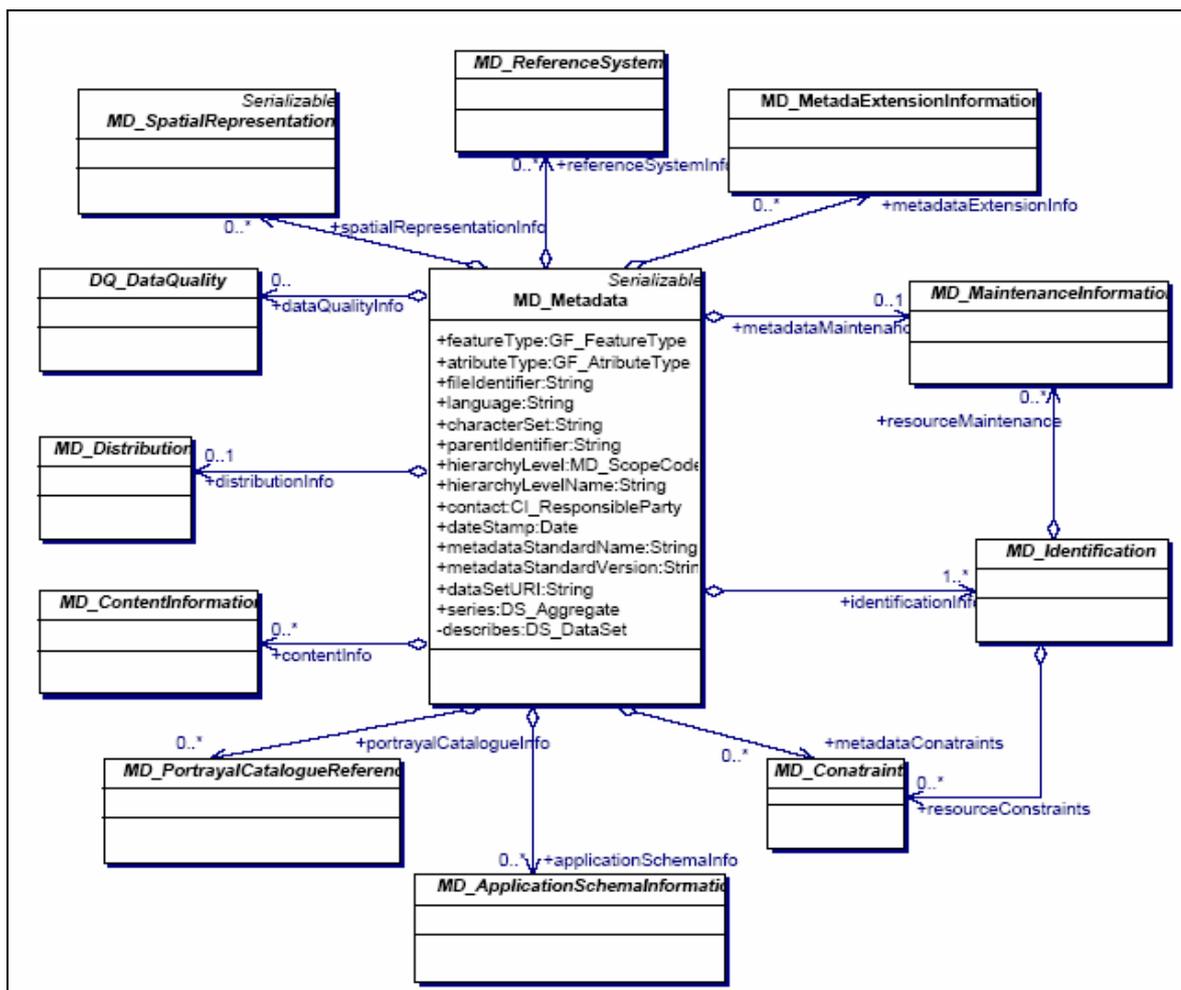


Figura 14. Esquema geral de metadados geográficos definidos pela ISO 19115

O conjunto principal de metadados (*MD_Metadata*) pode ser complementado com metadados sobre a representação geoespacial (*MD_SpatialRepresentation*) do dado geográfico, sistemas de georreferenciamento (*MD_ReferenceSystemInformation*), qualidade do dado (*MD_DataQuality*), identificação do dado (*MD_Identification*), informação de manutenção (*MD_MaintenanceInformation*), informação de conteúdo (*MD_ContentInformation*), entre outros. É importante salientar que a utilização de itens opcionais, além dos obrigatórios aumentará a interoperabilidade das aplicações, permitindo aos usuários compreender os dados geográficos e os metadados relacionados livres de ambigüidades (KRESSE & FADAIE, 2004).

2.3.3 Web Services

Kaye (2003) define *web service* como sendo uma aplicação que permite a comunicação com outras aplicações usando XML e independente de plataformas, linguagens de programação e sistemas operacionais (Figura 15). Complementando esta definição, para Snell, Tidwell & Kunchenko. (2002), *web service* é uma interface acessível através de uma rede, que provê funcionalidades a uma aplicação.

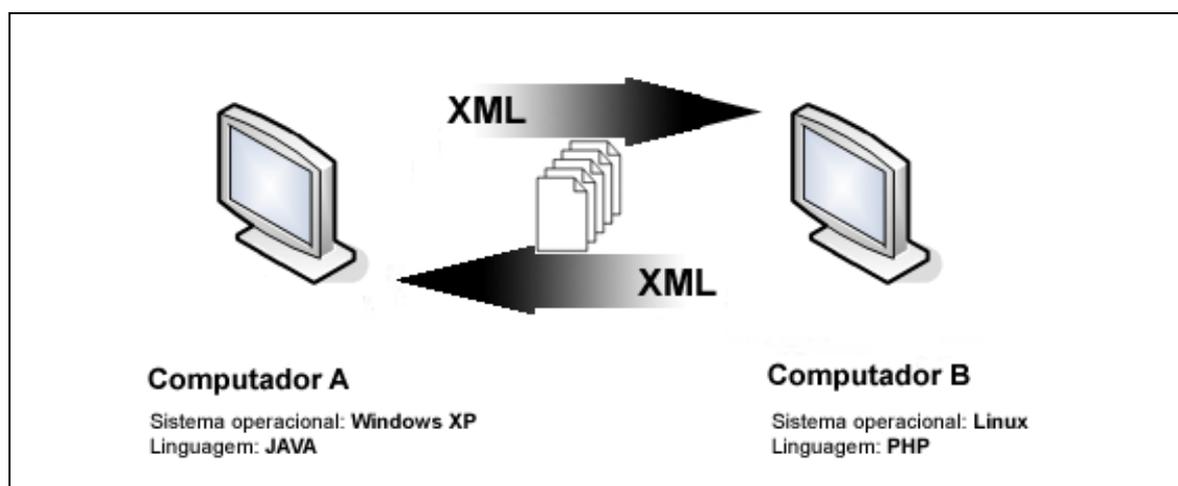


Figura 15. *Web service* básico.
Adaptado de CERAMI (2002).

O *Web service* permite que sistemas computacionais de todos os tipos se comuniquem entre redes, incluindo *Intranet* e *Internet* (CERAMI, 2002). São escritos segundo padrões, o que permite que trabalhem com outros *web services*, estabelecendo a comunicação entre sistemas de diferentes organizações. O mais importante é que eles são fracamente acoplados, o que significa que os *web services* ajudam a conseguir a interoperabilidade entre sistemas de uma maneira que seja mais fácil de mudar e acomodar aplicações não esperadas (KAYE, 2003).

Para cumprir com a definição apresentada anteriormente, um *Web service* deve possuir as seguintes características (CERAMI, 2002):

- Estar disponível pela *Internet* ou redes privadas (*Intranet*);
- Usar um sistema de mensagem padronizado em XML;

- Não ser amarrado a nenhum sistema operacional ou linguagem de programação;
- Ser auto descrito através de uma gramática em XML comum; e
- Poder ser descoberto através de simples mecanismos de busca.

A arquitetura básica de um *web service* consiste em requisições e respostas HTTP com transporte de documentos XML. Porém, esta arquitetura básica não é suficiente para atender a todos os requisitos listados anteriormente. Como alternativa, utiliza-se padrões de arquitetura de *web service*, como os definidos pelo *World Wide Web Consortium (W3C)* e mais recentemente, os *web services* geográficos especificados pelo OGC (CERAMI, 2002; OGC, 2006).

2.3.3.1 W3C *Web Services*

O W3C, fundado em 1994, é a organização oficial para os padrões *web*, especialmente HTTP, HTML e XML. Em setembro de 2000, o W3C criou um grupo de trabalho com o objetivo de desenvolver uma arquitetura onde diversos protocolos permitissem a interoperabilidade entre aplicações e sistemas de plataformas, ambientes e arquiteturas diferentes (CERAMI, 2002; W3C, 2006). O resultado desse grupo de trabalho foi a definição de uma nova arquitetura computacional chamada de *Web Services*, com condições de melhorar o suporte, e aprimorar e agilizar a interação entre processos de negócio, e, por conseguinte, entre empresas (W3C, 2006).

Segundo GOMES (2005), o *Web service* definido pelo W3C consiste no uso de XML para a estruturação dos dados, e em um conjunto de padrões utilizados para a publicação (WSDL), busca (UDDI) e interação (SOAP) do serviço, conforme apresentado na Figura 16.

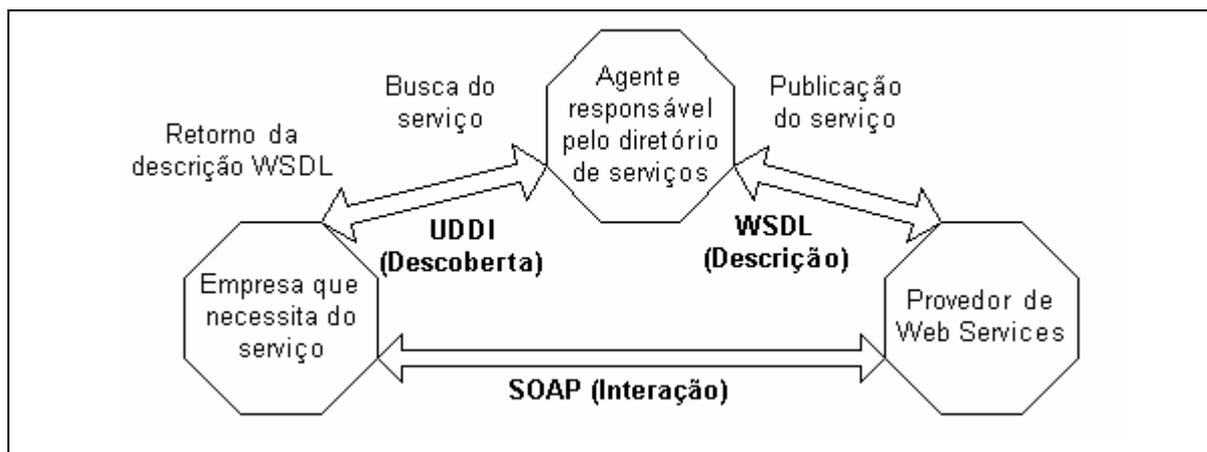


Figura 16. Estrutura do Web service W3C.
Fonte: GOMES (2005)

As mensagens trocadas pelo *Web service* são formatadas no protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*), o que permite a interoperabilidade entre diferentes plataformas, em um processo denominado serialização de XML. Porém, antes que as mensagens SOAP sejam trocadas, suas características são explicitadas através de documentos WSDL (*Web Services Description Language*), que descrevem quais dados estarão sendo trocados, e como estes dados estarão organizados nas mensagens SOAP (SNELL, TIDWELL & KUNCHENKO, 2002; W3C, 2006).

Adicionalmente, os serviços dos *Web Services* podem ser publicados através de UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*), que é um formato utilizado para seu armazenamento em repositórios disponíveis na *Internet*. Assim, se um desenvolvedor precisar resolver uma determinada tarefa, pode encontrar o *Web Service* que mais se adequar à sua necessidade (SNELL, TIDWELL & KUNCHENKO, 2002; W3C, 2006).

2.3.3.2 OGC *Web Services*

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) é um consórcio industrial com mais de 250 companhias, agências governamentais e universidades, cujos membros trabalham num processo colaborativo e de consenso para prover e aumentar interoperabilidade entre tecnologias envolvendo informações e localizações

geoespaciais (OGC, 2006; MITCHELL, 2005; ISO, SORIA & MEDRANO, 2005).

Assim, desde 1999 o OGC tem trabalhado em quatro iniciativas de interoperabilidade geoespacial baseadas na *web*: *Web Mapping Testbed I* (WMT-I) em 1999; WMT-II em 2000; OGC *Web Service Initiative* 1.1 (OWS 1.1) em 2001 e OWS 1.2 em 2002 (RANA & SHARMA, 2006). Através dessas iniciativas, OGC tem produzido um conjunto consistente de especificações para a interoperabilidade de dados geoespaciais.

Os *web services* descritos pelo OGC foram desenvolvidos independentemente da arquitetura de protocolo para *web services* do W3C, baseada em uma arquitetura orientada a serviço (MITCHELL, 2005). Seu funcionamento consiste em realizar requisições e respostas de serviço, e tratar exceções ocorridas nas requisições. Entre as especificações de *web services* existentes, dois serão estudados mais detalhadamente: *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS), a seguir descritos.

2.3.3.2.1 *Web Map Service*

O *Web Map Service* (WMS) é uma forma de produzir mapas a partir de dados georreferenciados e entregá-los a um cliente *Web* (OGC, 2006; MITCHELL, 2005). Rana e Sharma (2006) definem um WMS como uma especificação de *interfaces web* para aquisição dinâmica de mapas, através de múltiplas fontes, em um ambiente computacional heterogêneo distribuído. O mapa consiste em uma representação visual das informações geoespaciais, e não a informação propriamente dita.

Uma vantagem do WMS sobre os *web services* definidos pela W3C deve-se ao fato da aplicação cliente não necessitar implementar muitas operações. Para que um navegador *Web* possa fazer o papel de cliente de aplicação, basta realizar o envio dos parâmetros corretamente para o servidor, via protocolo HTTP. O Quadro 4 apresenta uma lista contendo os parâmetros necessários para a comunicação entre a aplicação cliente e servidor durante a solicitação de um mapa.

Quadro 4. Parâmetros WMS usados em uma requisição de mapa. Adaptado de Mitchell (2005).

Parâmetro	Descrição	Exemplo
service	Tipo do serviço	service=WMS
request	Indica a operação desejada	request=getmap
version	Versão do serviço	version=1.1.1
srs	Projeção ou sistema de referência espacial	srs=EPSG:4291
format	Formato da imagem	format=image/jpeg
layers	Nomes usados pelo servidor para descrever uma camada ou um grupo de camadas a serem desenhadas	layers=rodovias, brasil
width e height	Largura e altura da imagem, em <i>pixel</i> .	width=1024 height=768
bbox	Limite geográfico definindo as coordenadas mínimas e máximas	bbox=-170 0 -50 50

A definição sobre a operação que será executada pelo servidor *Web service* deve ser repassada ao parâmetro REQUEST, que aceita as seguintes opções (OGC, 2006):

- **getCapabilities:** provê metadados sobre o serviço, oferecendo informações sobre os valores de parâmetros aceitáveis para as demais operações, bem como apresenta as camadas disponíveis para uso.
- **getMap:** retorna um mapa para o cliente, com sistema de referência, tamanho, formato e transparência especificados; e
- **getFeatureInfo:** operação opcional que retorna informações tabulares não sistematizadas sobre uma região de um mapa recuperado previamente.

Como conseqüência da adoção do WMS pela indústria geoespacial e pelo aumento considerável de aplicações disponibilizando mapas via este tipo de serviço, a organização ISO endossou o padrão OGC WMS através da especificação ISO 19128 (RANA & SHARMA, 2006; KRESSE & FADAIE, 2004).

2.3.3.2.2 *Web Feature Service*

Ao contrário do WMS, o *Web Feature Service* (WFS) é uma especificação de serviço OGC que vai além da visualização das informações geográficas pela

Internet (OGC, 2006). Mitchell (2005) explica que, no WMS, os dados geográficos são transportados como uma imagem gráfica, enquanto no WFS os dados são de fato transportados no formato GML²³, uma extensão da linguagem de marcação XML para dados geográficos. Assim, para implementar um cliente WFS é necessário decodificar o documento GML, transformando-o em informações geográficas visíveis no navegador ou numa aplicação residente (e.g. SIG).

O serviço WFS pode ser implementado pelo servidor em duas versões: básica, quando apenas operações de consulta estão disponíveis; e transacional, que implementa o serviço completo, incluindo operações de edição, como inserção, exclusão, atualização e consulta de objetos geográficos (CASANOVA, 2005). As seguintes operações estão definidas para o serviço (OGC, 2006):

- **getCapabilities**: descreve as características do servidor;
- **describeFeatureType**: descreve a estrutura dos tipos de objetos que podem ser servidos;
- **getFeature**: retorna as instâncias dos objetos disponíveis na base de dados. O cliente pode selecionar quais objetos deseja por critérios espaciais ou não;
- **transaction**: utilizado para a execução de operações de inserção, exclusão e atualização de objetos; e
- **lockFeature**: bloqueia uma ou mais instâncias durante uma transação, útil para garantir a integridade dos dados.

2.3.4 Transporte e Armazenamento de Informação Geoespacial

A definição de um formato padrão para dados geoespaciais é a peça chave para a interoperabilidade entre Sistemas de Informação Geográfica. Segundo Hilton (2007), os esforços neste sentido têm resultado em diversas especificações e padronizações para o armazenamento e troca de dados, como exemplo destes

²³ *Geography Markup Language*, ver item 2.3.4.

esforços, pode-se citar: *Digital Line Graph (DLG)*; *Digital Raster Graph (DRG)*; *Spatial Data Transfer Standard (SDTS)*; e *Hierarchical Data Format for Earth Observation System (HDFEOS)*.

O padrão que vem sendo desenvolvido pelo OGC para esta função é o *Geography Markup Language (GML)*, anteriormente citado. Ele provê um *framework* aberto e portátil para definir objetos e dados geográficos (OGC, 2006; KRESSE & FADAIE, 2004). Este padrão encontra-se em consonância com a norma ISO 19118, que padroniza o GML como formato para transporte e armazenamento de informação geoespacial (HILTON, 2007; KRESSE & FADAIE, 2004).

O GML é uma codificação esquema XML que permite incluir aspectos geométricos e propriedades de interesse, composto por três esquemas básicos (*feature.xsd*, *geometry.xsd* e *xlinks.xsd*) para prover uma variedade de tipos de objetos que descrevem a geografia, incluindo características, sistemas de coordenadas, geometria, topologia, tempo, unidades de medida e valores em geral (OGC, 2006).

Além dos esquemas básicos fornecidos pelo OGC, o padrão permite a criação de esquemas de aplicação para representar um domínio particular, atendendo a diferentes modelagens e estruturas de dados. Esta característica demonstra a flexibilidade do padrão GML, sendo permitida a criação de perfis que suportam subconjuntos apropriados das potencialidades descritivas da estrutura GML, e o suporte a descrição de esquemas de aplicações geoespaciais para domínios especializados e comunidades de informação (OGC, 2006). A Figura 17 apresenta, a título de exemplo, um esquema de aplicação e um documento GML para o esquema definido.

Documento GML	Esquema XML
<pre> - <wfs:FeatureCollection xsi:schemaLocation="http://www.openplans.org/topp http://siaiacad15.univali.br:80/geoserver/Describe?typeName=topp:tgisit_bases_tamar http://siaiacad15.univali.br:80/geoserver/schemas/wfs/1.0.0/WFS-basic.xsd"> + <gml:boundedBy></gml:boundedBy> - <gml:featureMember> - <topp:tgisit_bases_tamar fid="tgisit_bases_tamar.1"> - <topp:geo_coordenada> - <gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4291"> <gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" " >-39.80805,-2.93833</gml:coordinates> </gml:Point> </topp:geo_coordenada> <topp:base_tamar>Almofala</topp:base_tamar> <topp:lat>-2.93833</topp:lat> <topp:long>-39.80805</topp:long> <topp:estado>Ceará</topp:estado> <topp:telefone>(88)3667-2020</topp:telefone> </topp:tgisit_bases_tamar> </gml:featureMember> </wfs:FeatureCollection> </pre>	<pre> <xs:schema targetNamespace="http://www.openplans.org/topp" elementFormDefault="qualified" version="1.0"> <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml" schemaLocation="http://siaiacad15.univali.br/gml/feature.xsd"/> - <xs:complexType name="tgisit_bases_tamar_Type"> - <xs:complexContent> - <xs:extension base="gml:AbstractFeatureType"> - <xs:sequence> <xs:element name="geo_coordenada" minOccurs="0" nillable="true" type="gml:PointPropertyType"/> + <xs:element name="base_tamar" minOccurs="0" nillable="true"/></xs:element> <xs:element name="lat" minOccurs="0" nillable="true" type="xs:double"/> <xs:element name="long" minOccurs="0" nillable="true" type="xs:double"/> + <xs:element name="estado" minOccurs="0" nillable="true"/></xs:element> + <xs:element name="telefone" minOccurs="0" nillable="true"/></xs:element> </xs:sequence> </xs:extension> </xs:complexContent> </xs:complexType> <xs:element name="tgisit_bases_tamar" type="topp:tgisit_bases_tamar_Type" substitutionGroup="gml:Feature"/> </xs:schema> </pre>

Figura 17. Exemplo de esquema de aplicação e documento GML.

Desta forma um desenvolvedor de esquemas pode criar seus próprios tipos e elementos, e uma aplicação com suporte a GML poderá fazer uso dos dados. Para isso, é essencial que a aplicação consumidora (aplicação cliente) tenha acesso aos esquemas de aplicações criados, podendo assim interpretar o documento em formato GML.

3 PROJETO PARA O MODELO CONCEITUAL

Este capítulo apresenta a metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho, incluindo a fase de modelagem conceitual, que tem por base o estudo conduzido durante a revisão bibliográfica; a modelagem lógica do sistema, que segue os conceitos e paradigmas da engenharia de software; e a implementação de um protótipo para testes e validação do modelo proposto.

3.1 DETALHAMENTO DO SISTEMA

O Observatório Brasileiro sobre Biodiversidade Marinha visa integrar dados de ocorrências de organismos marinhos existentes a partir de diferentes projetos de estudo e conservação ambiental, para a costa brasileira e do Atlântico Sul Ocidental. Parte-se do pressuposto que esta integração é necessária para auxiliar o estudo da biodiversidade marinha, conforme defendido anteriormente. O que se busca é que os estudos não ocorram mais de maneira isolada, e sim somando os esforços dos diferentes grupos de pesquisa existentes. Para isso, o Observatório deve fornecer respostas para 4 potenciais perguntas: “O que?”: identificando a espécie ao qual o dado se refere; “Onde?”: correspondendo a localização geográfica do dado; “Quando?”: associando a data em que o dado foi coletado e “Quem?”: qual seja o responsável por informar o responsável pelo dado.

3.1.1 Concepção

Uma dificuldade encontrada em termos de TI, ao se tentar responder a pergunta “O que?”, é o fato de cada projeto de estudo e conservação ambiental sistematizar de maneira diferente seus dados. Por conseguinte, o Observatório deve possuir meios de identificar espécies iguais provenientes de estruturas de dados diferentes. Por ser um problema reconhecido no meio, a solução adotada foi a indexação taxonômica a partir de um dos projetos orientados a classificação taxonômica apresentados no item 2.2.2.1. Um recurso que vem sendo empregado em grande escala e que permite atribuir, para as diferentes fontes de dados, uma identificação única da espécie. A opção pelo índice fornecido ITIS, em

contrapartida ao do uBio, se deve as vantagens apresentadas pelo primeiro, conforme o Quadro 5:

Quadro 5. Comparação entre as características operacionais do ITIS e uBio.

Característica	ITIS	uBio
Estrutura de dados	Uma única classificação para um táxon	Diversas classificações por táxon
Recuperação de dados	XML único (simples)	Diversos XML (complexo)
Nomes em português	Sim	Não verificado*
Participação Brasileira	Sim	Não

* Impossível realizar a consulta

O uso do TSN (Item 2.2.2.1.1) pelo Observatório para atender a demanda descrita acima, segundo o modelo conceitual proposto neste Capítulo, pode ser visualizado na Figura 18, cujo diagrama representa a busca de informação pelo usuário final. No exemplo, o usuário realiza uma pesquisa pelo nome científico *Caretta* ao Observatório (Etapa 1). O Observatório faz então uma consulta ao banco de dados do ITIS (Etapa 2), retornando uma lista com todos os possíveis resultados. Cabe ao usuário a escolha de qual espécie ele deseja consultar a partir desta lista. Uma vez selecionada a espécie (no caso, a espécie com o código TSN 173830), o Observatório verifica em um mecanismo de classificação previamente configurado, quais sistemas de informação possuem dados com código TSN 173830, realizando em seguida a requisição dos dados a esses sistemas (Etapa 3). Ao retorno dos dados de cada sistema de informação, o Observatório integra os dados, podendo disponibilizar ao usuário mapas, dados em formato GML ou HTML (Etapa 4).

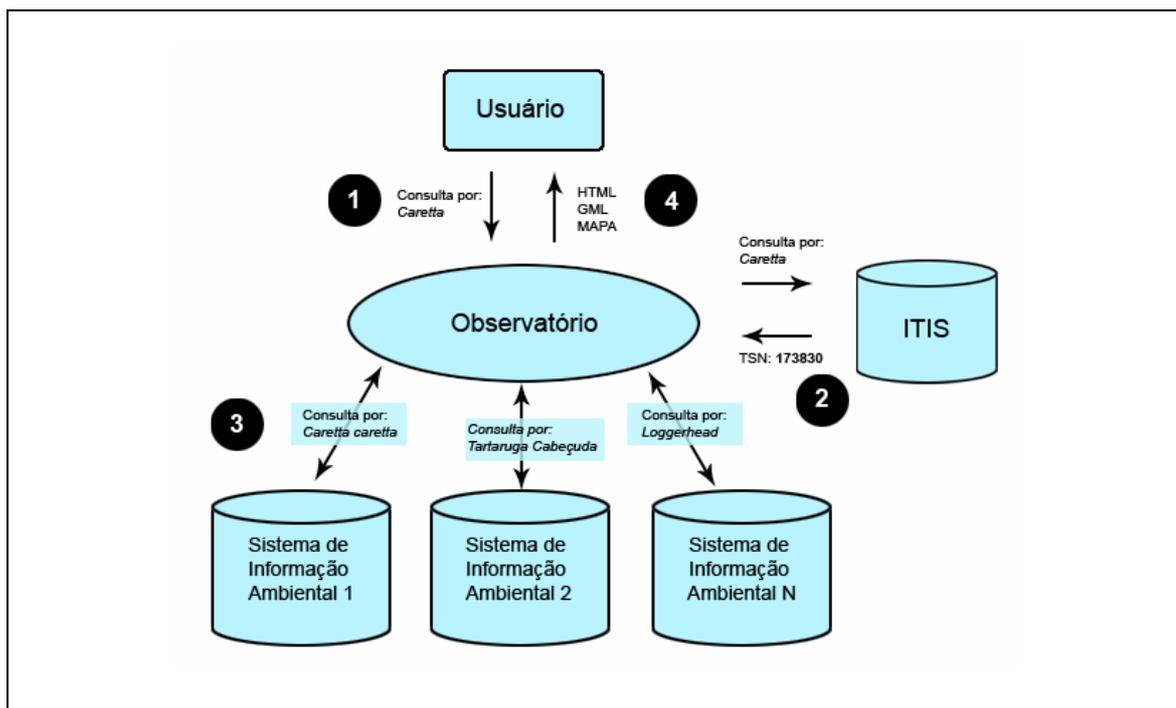


Figura 18. Diagrama conceitual demonstrando a solução para a indexação taxonômica.

Para realizar a etapa 3 do exemplo apresentado, o Observatório integra-se aos sistemas através da adoção dos mecanismos de interoperabilidade apresentados no capítulo 2.3.

A pergunta “Onde?” é feita em função da importância que a dimensão geoespacial possui no estudo da biodiversidade. Deste modo, a adoção dos padrões de interoperabilidade definidos pelo OGC que permitem o compartilhamento de informações geoespaciais vem sendo realizado por vários projetos de conservação, como SIMMAM, Baleia Franca, Projeto TAMAR, SinBIOTA, entre outros. Este é um importante aspecto tecnológico a ser considerado pelo Observatório. Assim, na sua arquitetura (Figura 19) são utilizados WMS, como serviço de entrega de mapas e o WFS responsável pela leitura dos dados. Além disso, o Observatório utiliza o GML como formato padronizado para transporte de dados.

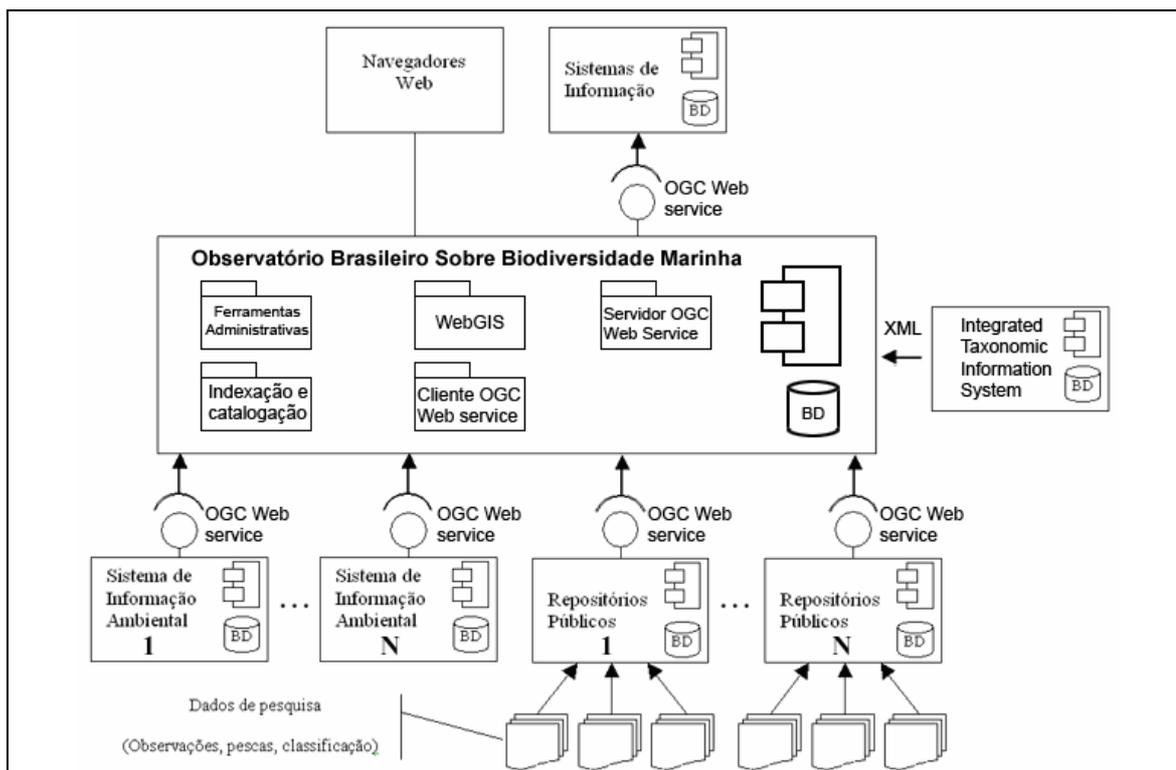


Figura 19. Arquitetura do sistema.

Para integrar-se ao sistema, a instituição de pesquisa ou o pesquisador deverá cadastrar-se como colaborador do Observatório. Este procedimento responde a pergunta “Quem?”. Uma vez cadastrado, o colaborador poderá manter as fontes de dados, que corresponde à integração entre o Observatório e o Sistema de Informação do colaborador através do uso de *Web Services* geográficos. Esta etapa é necessária para permitir ao Observatório conhecer a origem das bases de dados, e realizar a indexação dos dados nela disponíveis.

3.1.1.1 Fonte de Dados

Em uma fonte de dados é possível definir dois tipos de dados: abióticos e bióticos. As fontes de dados abióticos permitem o cadastro de mapas temáticos que agreguem valor aos mapas gerados pelo Observatório, como, por exemplo, dados de temperatura superficial da água. Neste caso, o sistema simplesmente repassa ao cliente os dados existentes em forma de mapa, não realizando nenhum tipo de análise ou sistematização.

Já as fontes de dados bióticos correspondem aos dados de espécies e

estão subdivididas em duas categorias:

- **Dados sobre uma única espécie:** nesta categoria o Observatório assume que todos os registros existentes na base de dados correspondem a uma única espécie; e
- **Dados sobre várias espécies:** alguns projetos de pesquisa e conservação, como o Projeto TAMAR e o SIMMAM, possuem em sua base de dados registros de diversas espécies. Neste caso, o Observatório deve realizar, no momento da criação da fonte de dados, uma varredura nas espécies disponíveis, possibilitando a indexação entre cada espécie encontrada e o seu código TSN correspondente do ITIS.

A partir do cadastro das fontes de dados, o Observatório passa a “conhecer” os sistemas que irão prover os dados, e realizar a indexação taxonômica dos dados disponibilizados. A visualização da consulta pode ser realizada através dos módulos de Catálogo de Dados e *WebGIS*.

3.1.1.2 Catálogo de Dados

No Catálogo de Dados, qualquer usuário autenticado do sistema poderá realizar pesquisas sobre as fontes de dados existentes, e visualizá-las no módulo *WebGIS*. Ao realizar uma pesquisa, o usuário escolhe o código TSN da espécie que deseja visualizar e, opcionalmente, um período de tempo para limitar o conjunto de registros conforme o atributo data definido para dados do tipo biótico, respondendo a última pergunta pendente: “Quando?”. Além dos dados de espécies, é possível consultar temas provenientes das fontes de dados do tipo abiótico. Assim, na resposta da consulta estarão disponíveis dados dos dois tipos. Um catálogo poderá, ainda, ser salvo para uso posterior, bem como compartilhado com outros usuários.

3.1.1.3 WebGIS

No módulo *WebGIS* o usuário visualiza, através de mapas dinâmicos, os

seus Catálogos ou ainda Catálogos criados por outros usuários. Além das funcionalidades básicas de um sistema *WebGIS*, como por exemplo alterações de escalas, o usuário poderá obter detalhes sobre um registro específico, bem como listagens sobre todos os registros disponíveis existentes nas fontes de dados. Os atributos que compõem um registro encontram-se apresentados no Quadro 6.

Quadro 6. Relação de atributos do detalhe de um registro no Webmapping.

Atributo	Descrição	Obrigatório
Nome da espécie na origem	Este atributo apresenta como a espécie está definida no sistema de origem	Sim
Data do registro	Data do registro no sistema de origem	Não
Código TSN	Informa qual o código TSN definido durante a indexação da Fonte de Dados	Sim
Nome científico no ITIS	Informa o nome científico da espécie segundo a indexação da Fonte de Dados	Sim
Responsável	Informa o nome do usuário responsável por manter a Fonte de Dados que originou o registro	Sim
Título e Resumo do Serviço	Informações sobre o <i>web service</i> responsável por prover o dado	Sim
Endereço do <i>web service</i>	URL para acesso ao <i>web service</i> da Fonte de Dados	Sim

A etapa seguinte à definição do escopo e concepção do sistema corresponde a modelagem de negócio e funcionalidades, apresentada na seqüência.

3.2 MODELAGEM DE NEGÓCIO E FUNCIONALIDADES

A etapa de Modelagem de Negócio tem o objetivo de confeccionar um documento de modelagem para mapear as tarefas e atividades a serem atendidas por um sistema, provendo um entendimento do negócio e o relacionamento entre as tarefas. Uma tarefa corresponde ao resultado final que se deseja alcançar com a utilização de um sistema (o que deve ser feito), e as atividades apresentam os meios necessários para sua realização (como deve ser feito) (SCACH, 2005).

No Apêndice 1, denominado “Documento de Modelagem do Sistema”, são apresentados todos os artefatos gerados durante a modelagem de negócio. Porém, as principais tarefas e atividades levantadas pela análise serão dispostas neste Capítulo. A modelagem foi desenvolvida segundo a notação UML, com

artefatos que possibilitam o entendimento de como deve ser implementado o sistema. Os artefatos gerados nesta etapa são (BOOCH, RUMBAUGH & JACOBSON, 2005):

- **Diagrama de atividades:** O diagrama de atividades é uma demonstração gráfica que permite mapear as atividades de uma tarefa a ser alcançada. No diagrama de atividades é possível prever a seqüência das atividades, atores envolvidos (interventores externos ao sistema), e escopo da aplicação.
- **Análise de requisitos:** Os requisitos são orações dissertativas que indicam funções e comportamento do sistema a ser desenvolvido (tarefas). Essas orações devem ser curtas, claras e objetivas, possibilitando que, após a implementação do sistema, possa ser avaliado o cumprimento de cada requisito separadamente. A análise de requisitos está dividida em: (a) requisitos funcionais, que definem funções do sistema, exemplo: "O sistema deverá permitir o cadastro de países"; e (b) requisitos não-funcionais, responsáveis por definir comportamentos do sistema, exemplo: "O sistema deverá ser desenvolvido conforme padrão W3C"; e
- **Análise de regras de negócio:** As regras de negócio têm por objetivo detalhar necessidades referentes aos requisitos do sistema (atividades). Exemplo: "O CPF do usuário deverá ser digitado sem a utilização de pontos e traços".

Utilizando os artefatos gerados durante a análise de negócio, têm-se a etapa de modelagem de funcionalidades, que descreve, passo a passo, as atividades do sistema. Os artefatos gerados para essa etapa são:

- **Descrição dos casos de uso:** Este modelo apresenta a descrição operacional de como o sistema será utilizado. Ele descreve as atividades de maneira clara, utilizando um vocabulário através do qual o usuário do sistema e a equipe de desenvolvimento possam facilmente entender os fluxos (CANTOR, 1998). Cada caso de uso deve ter ao menos um ator envolvido que interaja com o sistema, buscando um

resultado observável de valor;

- **Diagrama de classe:** O diagrama de classe representa coisas do mundo real, e não componentes de software, ou seja, não são modelos de projeto de software (CANTOR, 1998). Cria e relaciona termos os quais formam um vocabulário que ajuda na comunicação entre os Desenvolvedores e Clientes (usuários); e
- **Diagramas de entidade e relacionamento:** Demonstração gráfica para a equipe de desenvolvimento de como as entidades propostas nos diagramas de classes serão armazenadas no banco de dados.

3.2.1 Diagrama de Atividades

O objetivo do diagrama de atividades é definir o fluxo das atividades em um único processo, mostrando como uma atividade depende da outra. Um diagrama de atividade pode ter regiões denominadas *swimlanes* que estão associadas a um objeto do modelo. Desta forma, dentro de cada região, encontram-se as atividades relativas ao objeto da região (CANTOR, 1998).

Para a concepção proposta para o Observatório, apenas um diagrama de atividade atenderá suas necessidades. Assim, este diagrama se refere ao cadastro das fontes de dados, identificando os seguintes objetos, tarefas associadas e o papel de cada um perante o *modus operandi* do Observatório:

- **Usuário colaborador:** Corresponde ao usuário do sistema responsável por cadastrar uma fonte de dados. Este usuário deve possuir o nível colaborador;
- **Observatório:** Apresenta as atividades realizadas pelo próprio observatório;
- **Web service:** Apresenta a interação entre o Observatório e o sistema que irá fornecer os dados. O sistema deve possuir servidores WMS e WFS, seguindo a especificação OGC; e

- **ITIS:** A integração entre o Observatório e o ITIS é realizada durante a etapa de indexação taxonômica da fonte de dados.

A atividade de cadastro de fontes de dados demonstra claramente o aspecto de sistema distribuído do Observatório, fazendo uso de *web services* para integração dos dados e utilização de indexadores taxonômicos. O diagrama de atividades para cadastro de fontes de dados pode ser visualizado no apêndice 1.

3.2.2 Requisitos

Os requisitos indicam funções e comportamento do sistema a ser desenvolvido e sua análise está dividida em requisitos funcionais e não-funcionais. As subseções seguintes apresentarão de forma sucinta os requisitos levantados para a construção do Observatório Virtual.

3.2.2.1 Funcionais

Para o Observatório, os requisitos funcionais elencados são:

- O sistema deve permitir o cadastro de usuários;
- O usuário do sistema deve estar associado aos níveis: Administrador, Colaborador ou Usuário;
- O usuário do sistema pode estar associado a uma instituição de pesquisa, ensino ou indústria;
- O sistema deve permitir o cadastro de instituições de pesquisa/ensino;
- O sistema deve permitir aos usuários colaboradores o cadastro de fontes de dados bióticos;
- O sistema deve permitir aos colaboradores o cadastro de fontes de dados abióticos;
- O sistema deve permitir a pesquisa por dados de espécies configuradas nas fontes de dados;
- O sistema deve permitir a criação de catálogos a partir da pesquisa por espécies;
- O sistema deve permitir a visualização de dados abióticos através de

mapas dinâmicos;

- O sistema deve permitir a visualização dos catálogos de dados bióticos através de mapas dinâmicos;
- O sistema deve permitir a indexação taxonômica das fontes de dados bióticas;
- O sistema deve permitir o compartilhamento dos catálogos criados pelos usuários; e
- O sistema deve permitir o cadastro e visualização de notícias.

3.2.2.2 Não-Funcionais

Para o Observatório, os requisitos não-funcionais identificados são:

- O sistema deverá bloquear acessos não autorizados;
- As senhas de acesso deverão ser armazenadas no banco de dados de forma criptografada;
- O sistema deverá permitir diferentes níveis de acesso;
- Um usuário pode ter acessos simultâneos ao sistema;
- A interface *web* do sistema deve estar em conformidade com o padrão W3C;
- O sistema deve integrar-se a outros sistemas externos utilizando os *web services* especificados pela OGC; e
- A indexação taxonômica das fontes de dados bióticas deverá ser realizada utilizando o catálogo *on-line* de espécies mantido pelo ITIS.

3.2.3 Regras de Negócio

Regras de negócio são como diretivas que influenciam ou guiam o comportamento dos negócios em um sistema, sendo formalizadas através de uma linguagem declarativa (ROSS, 2003). Para o Observatório, as regras de negócios identificadas são:

- A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados abióticos deverá ser realizada utilizando o web service OGC WMS;

- A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados bióticos deverá ser realizada utilizando os *web services* OGC WMS e WFS;
- A criação de um usuário do tipo colaborador deverá ser confirmada pelo administrador do sistema;
- O usuário público deverá ter seu cadastro aceito automaticamente;
- Somente usuários do tipo colaborador podem adicionar notícias;
- Uma notícia deve ter uma data inicial e final e só ficará disponível neste período; e
- A geometria para uma fonte de dados biótica deverá ser do tipo ponto.

3.2.4 Casos de Uso

Os casos de uso contemplados pelo Observatório estão descritos, detalhadamente, no Apêndice 1. Neste momento, serão apenas listados, separados por tarefas.

- Manutenção de usuários
 - o **Realiza pré-cadastro:** responsável por realizar o cadastro inicial de colaboradores, que deverá ser aprovado, ou não, pelo administrador do sistema;
 - o **Cadastra instituição de ensino:** permite ao colaborador cadastrar a instituição que mantém vínculo;
 - o **Realiza cadastro:** cadastra os usuários do sistema. Neste caso, a confirmação é feita automaticamente; e
 - o **Autoriza cadastro:** permite ao administrador aceitar ou negar um pré-cadastro de colaborador.
- Manutenção de notícias
 - o **Cadastra notícia:** permite ao colaborador gerenciar as notícias que serão visualizadas no sistema.
- Manutenção de fontes de dados
 - o **Cadastra fontes de dados bióticos:** descreve as atividades inerentes ao cadastro de fontes de dados bióticos;
 - o **Cadastra fontes de dados bióticos - única espécie:** descreve

- as atividades inerentes ao cadastro de fontes de dados bióticos do tipo única espécie; e
- **Cadastra fontes de dados bióticos – múltiplas espécies:** descreve as atividades inerentes ao cadastro de fontes de dados bióticos do tipo múltiplas espécies.
- Manutenção de catálogos de dados
- **Cadastra catálogo:** permite realizar a configuração de um catálogo de dados.
- *WebGIS*
- **Visualiza catálogo de dados:** permite a visualização dos catálogos próprios ou compartilhados no mapa;
 - **Visualiza temas abióticos:** permite a visualização no mapa das fontes de dados do tipo abiótico; e
 - **Detalha registro biótico:** Possibilita a visualização dos atributos dos registros retornados pelo catálogo.

3.2.5 Diagramas de Classes e de Entidade-Relacionamento

O Diagrama de Classes contém as classes de domínio utilizadas pelo Observatório. Após a sua definição, foi construído o Diagrama de Entidade-Relacionamento, apresentando a estrutura do banco de dados relacionada às classes de domínio descritas. Vale ressaltar a abordagem adotada para o mapeamento das relações de herança existentes. Das três possíveis: (1) Tabela por classe concreta; (2) Tabela por hierarquia; e (3) Tabela por sub-classe, optou-se pelo uso da abordagem (2). Ou seja, todas as sub-classes existentes são mapeadas em uma única tabela. Essa abordagem permite uma substancial redução no número de consultas realizadas ao banco durante a recuperação dos dados, melhorando, conseqüentemente, o desempenho (JORDAN, 2004).

Os Diagramas de Classes e de Entidade-Relacionamento encontram-se disponíveis no apêndice 1. No entanto, o Quadro 7 apresenta as entidades definidas para o Observatório e as respectivas classes a que estas entidades atendem.

Quadro 7. Relação das entidades e classes definidas para o Observatório.

Entidade	Descrição	Classes
OBIO_USUARIO	Mantém os usuários do sistema	UsuarioMd
OBIO_INSTITUICAO	Mantém as instituições de ensino do usuário colaborador	InstituicaoMd
OBIO_NIVEL	Mantém os diferentes níveis de acesso ao sistema	NivelMd
OBIO_FONTE	Mantém as fontes de dados	FonteMd, BioticoMd, AbioticoMd, UnicaEspecieMd e MultiplasEspeciesMd
OBIO_ESPECIE_FONTE	Mantém as espécies indexadas para as fontes de dados do tipo biótico contendo múltiplas espécies	EspeciesFonteMd
OBIO_CLASSIFICACAO	Mantém os códigos TSN utilizados para indexação das fontes	ClassificacaoMd
OBIO_CATALOGO	Mantém os catálogos de dados do usuário	CatalogoMd
OBIO_ESPECIES_CATALOGO	Mantém os códigos TSN utilizados pelo catálogo	EspeciesCatalogoMd
OBIO_MAPAS_CATALOGO	Mantém as fontes de dados do tipo abiótico utilizadas pelo catálogo	
OBIO_NOTICIAS	Mantém as notícias cadastradas pelos usuários colaboradores	NoticiasMd

3.3 PROTÓTIPO

Um dos objetivos especificados nesta dissertação de mestrado consiste em implementar um protótipo (modelo simplificado) do Observatório Virtual a fim de validar o modelo conceitual proposto para o sistema. Para a construção do protótipo são definidas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema, e abordadas questões relativas à implementação dos principais módulos que o compõem, a seguir apresentados.

3.3.1 Tecnologias Adotadas

As tecnologias para o desenvolvimento do protótipo do Observatório Virtual sobre Biodiversidade Marinha foram adotadas seguindo-se cinco critérios:

- Permitir o desenvolvimento de sistemas na plataforma *web*;
- Ser de domínio do Laboratório de Computação Aplicada da UNIVALI;
- Suportar a manipulação a dados geoespaciais;
- Estar em conformidade com os padrões de interoperabilidade

- estabelecidos pelo OGC; e
- Ter código fonte aberto.

Com base nestes critérios buscou-se, primeiramente, definir a linguagem de programação e o banco de dados que seriam utilizados. A definição da linguagem de programação norteou a escolha dos demais recursos tecnológicos, como detalhado nas seções seguintes.

3.3.1.1 Linguagem de Programação

A linguagem de programação orientada a objetos Java, escolhida para o projeto, é desenvolvida e mantida pela *Sun Microsystems*[®]. Ela permite que um único programa possa ser executado em vários tipos de computadores, independente do Sistema Operacional e arquitetura de hardware. Atualmente, a linguagem Java está alicerçada em três diferentes plataformas: J2SE (*Java 2 Platform, Standard Edition*) é a base para as demais plataformas, voltada para a criação de sistemas para computadores pessoais e servidores; a plataforma J2EE (*Java 2 Platform, Enterprise Edition*) é aplicada, principalmente, no desenvolvimento de sistemas para redes e *Internet*, com acesso a servidores, a sistemas de e-mail e banco de dados; e, por último, J2ME (*Java 2 Platform, Micro Edition*), plataforma de desenvolvimento de sistemas para dispositivos móveis ou portáteis, como telefones celulares e *palmtops* (HUNTER, 2001).

3.3.1.2 Banco de Dados com Suporte Espacial

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD PostgreSQL, juntamente com o seu módulo para suporte geoespacial PostGIS, é o que melhor se adequa às necessidades do projeto, por se tratar de um banco de dados com código fonte aberto e estar em consonância com o OGC. Suporta a maioria das construções SQL, incluindo sub-consultas, transações e tipos e funções definidas pelo usuário (PERKINS, 2001). Além disso, a experiência adquirida pelo Laboratório de Computação Aplicada no desenvolvimento de sistemas utilizando o PostgreSQL evidencia a sua robustez, mesmo considerando grande volume de dados geoespaciais.

3.3.1.3 WebGIS

O *WebGIS* adotado para a construção do protótipo foi o *Google Maps*[®] API²⁴. Esta API permite embutir os mapas dinâmicos do Google em uma aplicação *web* com uso do *JavaScript*. Além dos dados já fornecidos pelo Google, como mapas matriciais de alta resolução, a API permite a criação de novas camadas (contendo marcadores, linhas e polígonos) e o uso de janelas customizadas para a visualização de informações sobre os temas. Em termos gerais, o uso do *Google Maps*[®] API é livre de custo, desde que o acesso pelos usuários finais ao sistema não seja cobrado. Como características principais do *Google Maps*[®], podem-se citar:

- Cliente de mapas compatível com os navegadores *Firefox*[®], *Internet Explorer*[®], *Mozilla*[®] e *Navigator*[®], sem a necessidade de plugins adicionais;
- Suporte, mediante extensão, aos padrões OGC, renderizando mapas provenientes de servidores WMS;
- Interface interativa e com documentação completa, construída utilizando AJAX. Sigla para “*Asynchronous JavaScript and XML*”, o AJAX consiste no uso de tecnologias já existentes (XML, CSS, XHTML, JavaScript, DOM e XMLHttpRequest) para permitir maior interação e dinamismo entre a interface *web* e o usuário (CRANE, 2006); e
- Utilização de imagens matriciais de alta qualidade.

3.3.1.4 Biblioteca para Suporte OGC

A biblioteca *GeoTools* possui ferramentas para o desenvolvimento de soluções GIS de acordo com os padrões definidos pelas especificações OGC. Ela provê uma arquitetura modular que permite facilmente adicionar ou remover funcionalidades GIS, permitindo a criação de aplicações servidoras, ou disponibilizando às aplicações clientes as funcionalidades previstas pelo OGC.

²⁴ Disponível em: <http://www.google.com/apis/maps/>

3.3.1.5 *Framework* para Desenvolvimento de Aplicações em 3 Camadas

Inicialmente concebido para utilização na Plataforma *Smalltalk* na década de 70, o padrão de arquitetura de aplicação MVC é hoje um dos padrões mais utilizados e de grande relevância na área de engenharia de software. Visa separar a lógica de negócios (Model), da interface do usuário (View) e do fluxo da aplicação (Controller), permitindo que a mesma lógica de negócios possa ser acessada e visualizada por várias interfaces (FREEMAN *et al*, 2004).

A camada de visão (V) representa as relações entre os atores (mundo externo) e o sistema, esses objetos traduzem os eventos gerados por um ator em eventos relevantes ao sistema. A camada de controle (C) representa a lógica do caso do uso e coordena as outras classes, utilizada para separar as classes de interface das classes da lógica do negócio. Também é responsável pela lógica de execução correspondente a um caso de uso. A camada de domínio (M) é composta por classes básicas do negócio, esta camada é a responsável por gerenciar as informações que o sistema necessita para fornecer a funcionalidade requerida. Na maioria das vezes, as classes da entidade são utilizadas para gerar diretamente o esquema da base de dados.

A construção de aplicações *web* utilizando a arquitetura MVC normalmente está associada à utilização de *frameworks*. Um *framework* consiste em uma aplicação semi-completa, reutilizável, que quando especializada produz aplicações personalizadas (SPIELMAN, 2002).

Para o desenvolvimento do protótipo do Observatório foi utilizado o *framework Apache Struts*[®]. O *Struts*, atualmente na versão 2.0, possui código fonte aberto e implementa a arquitetura MVC para a criação de aplicações *web* utilizando a linguagem Java. Nele o controlador (implementado pela classe ***Servlet Filter***) atua como um mediador entre as camadas de visão e de domínio. Sempre que ocorre uma requisição de um cliente, o controlador intercepta esta requisição e envia para o componente que irá executar a lógica da aplicação. Após o termino da execução pelo componente, chamado de classe de ações

(*Action class*), o controle da aplicação é retornado para o controlador para determinar qual visão será apresentada para a aplicação cliente (Navegador *Web*). A camada de visão normalmente é implementada no *Struts* utilizando arquivos JSP (*Java Server Pages*).

Todo a definição e controle do fluxo de uma aplicação criada com *Struts* só é possível através de mapeamentos realizados em um arquivo de configuração chamado "Struts.xml", conforme apresentado na Figura 20.

```
<struts>
  <action name="Noticias-*" method="{1}" class="br.com.gl0.obbim.noticias.Noticias">
    <result name="listar">noticiasListar.jsp</result>
    <result name="alterar">noticiasCadastrar.jsp</result>
    <result name="novo">noticiasCadastrar.jsp</result>
  </action>
</struts>
```

Figura 20. Exemplo de arquivo de configuração do *Struts 2.0*

Neste exemplo é apresentada a configuração de uma ação (*action*) correspondente ao cadastro de notícias. Para o elemento *action*, os seguintes atributos devem ser configurados:

- **name** (1): Define como a ação deverá ser chamada pela camada de visão. O uso de coringas (*) é permitido e serve para indicar qual o método da classe de ação deve ser acionado;
- **method** (2): Esse atributo recebe o texto informado no coringa do atributo name e deve coincidir com um método existente na classe de ação; e
- **action** (3): Indica qual a classe de ação será acionada pelo controlador da aplicação.

Os elementos *result* (4) informam quais visões (neste caso, arquivos JSP) poderão ser retornadas para a aplicação cliente. Uma classe de ação deve estender a classe **ActionSupport** fornecida pelo *Struts*. Para obter os dados enviados pelos formulários HTML, cada campo do formulário deverá ter um atributo com o mesmo nome definido na classe, desta forma o controlador se responsabiliza por repassar os dados de uma requisição para a classe ação.

O *Struts* não se responsabiliza pela camada de domínio da aplicação, ou seja, deve-se optar por implementar a camada de domínio manualmente e realizar as transações com o banco de dados através do uso da API JDBC²⁵ ou então utilizar *frameworks* para a persistência de objetos.

3.3.1.6 *Framework* para Persistência de Objetos

O uso do paradigma da programação orientada a objetos resultou em uma transformação radical na abordagem dada ao desenvolvimento de sistemas, possibilitando a concepção de diversos métodos para a análise e o projeto de soluções em software. Tal abordagem proporciona benefícios desde os estágios iniciais do ciclo de vida de um sistema, como por exemplo o maior reuso dos componentes de *software* e um processo de desenvolvimento incremental (CARMICHAEL, 1994).

Como consequência direta da adoção dessa abordagem, pode-se observar a necessidade constante de integrar e reusar arquiteturas já consolidadas, mas que não possuem um mapeamento direto para o modelo orientado a objetos como, por exemplo, bancos de dados relacionais. Nesse contexto, Tkach, Fang e So (1996) mencionam um dos problemas de maior recorrência enfrentados pelas organizações de desenvolvimento de software: a necessidade de armazenar e recuperar objetos em mídia permanente, a qual pode ser organizada de acordo com diferentes estruturas, como bases de dados relacionais, orientadas a objetos e objeto-relacionais. Esta atividade, comumente referida como persistência de objetos, é fundamental em situações onde são imprescindíveis a conservação de estado dos objetos entre sucessivas invocações de uma aplicação e o compartilhamento de informações entre múltiplos e simultâneos usuários (JORDAN & RUSSEL, 2003).

Uma abordagem bastante adotada para a solução deste problema consiste na criação de uma camada de persistência. Esta serve-se de metadados que

²⁵ JDBC é um conjunto de classes e interfaces (API) escritas em Java que faz o envio de consultas sql para qualquer banco de dados relacional.

especificam como deve ser realizado o mapeamento dos atributos dos objetos na estrutura de armazenamento de dados, e vice-versa. A implementação da camada de persistência é realizada através da adoção de *frameworks* ou mecanismos de persistência de objetos, os quais, além de oferecer às aplicações certo grau de independência quanto à estrutura do banco de dados, permitem também que elas adquiram total independência entre si (JORDAN, 2004). Por isso, pode-se afirmar que estes *frameworks* constituem componentes arquiteturais de importância fundamental na construção dos modelos de objetos parciais citados anteriormente e, portanto, na busca do reuso.

A escolha do *framework Hibernate*, mantido pela Red Hat, se justifica pela sua reconhecida eficiência e pelo fato de trabalhar com a linguagem de programação adotada. No entanto, o seu uso traz implicações na modelagem do banco de dados, com grande impacto sobre o mapeamento das relações de herança. Aspecto de deve ser considerado por usuários deste *framework*.

3.3.2 Implementação

A Figura 21 apresenta os casos de uso contemplados pelo protótipo, com destaque em verde para aqueles considerados relevantes para o Observatório, e que serão oportunamente discutidos neste trabalho. Vale lembrar que estes casos de uso encontram-se desdobrados no item 3.2.4.

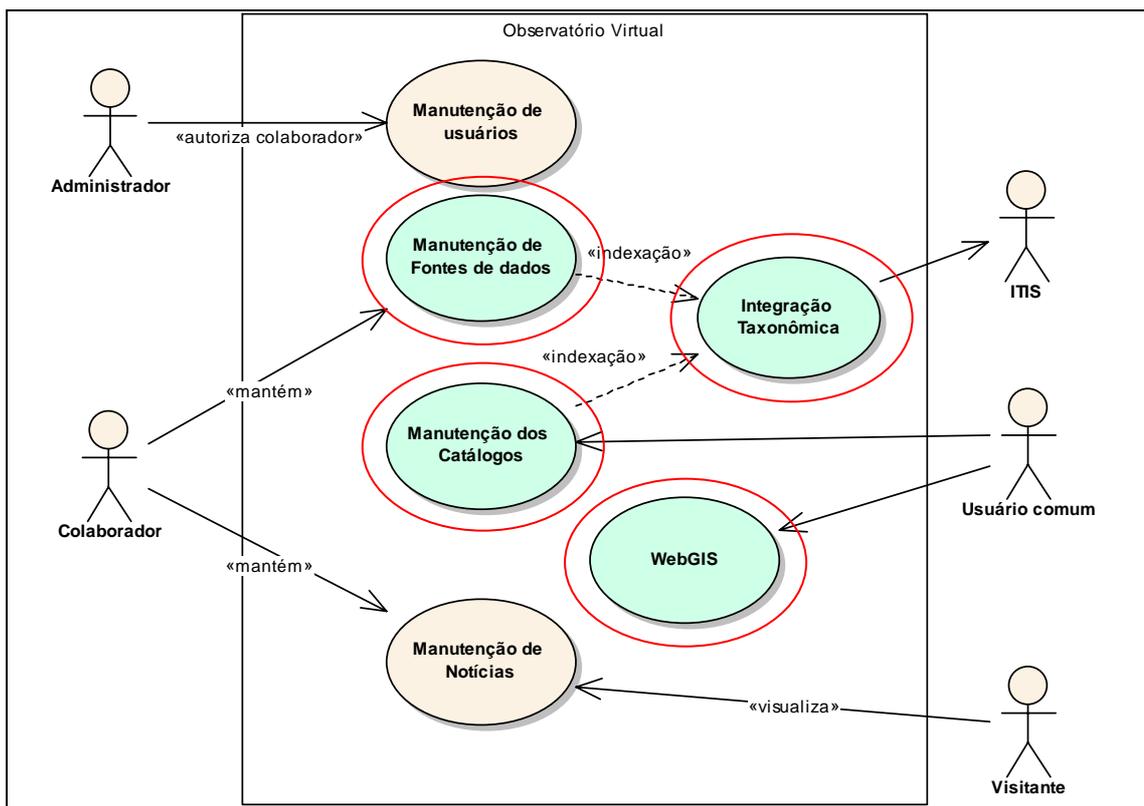


Figura 21. Diagrama de Casos de Uso apresentando uma visão geral do sistema.

Para cada caso de uso destacado (Figura 21), serão apresentados os objetivos, as dificuldades e as soluções encontradas durante o desenvolvimento do protótipo. Todos os casos de uso apresentados podem ser acessados no sistema a partir de uma página inicial, apresentada na Figura 22. Além disso, nesta página é possível realizar a autenticação no sistema, visualizar as últimas notícias cadastradas e os usuários que estão on-line. Uma funcionalidade adicional implementada para o protótipo consiste na apresentação de um mapa contendo a distribuição de uma espécie, escolhida aleatoriamente pelo sistema.



Figura 22. Tela inicial do protótipo

Visando um melhor entendimento das soluções, as funcionalidades atendidas pelos casos de uso serão representadas, quando pertinente, através de diagramas UML de Classe e Seqüência.

3.3.2.1 Manutenção de Fontes de Dados

Dentre os módulos existentes no protótipo, o de Manutenção de Fontes de Dados é crucial para a configuração da integração entre o Observatório e os sistemas externos. A sua essência consiste em manter metadados elementares sobre esses sistemas, possibilitando a posterior visualização de dados e mapas pelo módulo *WebGIS*. Esta atividade, conforme apresentado no item 3.2.1, é realizada pelos colaboradores para cada conjunto de dados que se deseja disponibilizar.

A integração com os sistemas externos, conforme apresentado anteriormente, é realizada pelos serviços WMS e WFS. Neste cenário, o Observatório atua como um cliente desses serviços com o objetivo de obter

informações necessárias para o cadastro dos metadados.

Para acesso aos dados abióticos, conforme especificado no item 3.1.1.1, o protótipo faz uso do serviço WMS, pois não existe necessidade de se conhecer os atributos deste tipo de dados. Esta situação não se repete para os dados bióticos, pois o protótipo deve conhecer os dados e atributos existentes na fonte de dados, permitindo que haja a indexação das espécies. Por este motivo o serviço WFS, que permite o manuseio dos dados em formato GML, é empregado no protótipo.

As etapas necessárias para a construção da fonte de dados e as classes de domínio envolvidas encontram-se apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8. Etapas necessárias para a construção da fonte de dados.

Tipo de fonte de dados	Etapas	Classes de domínio utilizadas^a
Abiótico	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos dados do <i>web service</i> • Escolha do tema 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>AbioticoMd</i>
Biótico (única espécie)	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos dados do <i>web service</i> • Escolha do tema • Classificação taxonômica do tema e escolha do atributo <i>data</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>UnicaEspecieMd</i> • <i>ClassificacaoMd</i>
Biótico (múltiplas espécies)	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos dados do <i>web service</i> • Escolha do tema • Escolha dos atributos de espécie e <i>data</i> • Classificação taxonômica das espécies existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>MultiplasEspeciesMd</i> • <i>EspeciesFonteMd</i> • <i>ClassificacaoMd</i>

^a Compreende as classes que são utilizadas para realizar um mapeamento entre os registros no banco de dados e os objetos do sistema.

3.3.2.1.1 *Web Map Service*

As únicas etapas em comum para acesso aos tipos abióticos e bióticos das fontes de dados são as definições dos dados do *web service* e a escolha do tema, obtidos via WMS. Os itens necessários para realizar a conexão são o protocolo, o endereço, a porta de acesso e o recurso, além do tipo de fonte de dados que será configurado (Figura 23).

Figura 23. Tela de definição do serviço para cadastro de fontes de dados.

A fonte de dados requisitada retorna, na seqüência, os temas disponíveis, título e resumo, apresentando-os ao usuário para sua escolha (Figura 24). Isto finaliza as tarefas comuns para todos os tipos de fontes de dados. Título e resumo são utilizados para o processo de descoberta das fontes de dados e durante a sua apresentação no *WebGIS*.

Figura 24. Definição do tema utilizado pela fonte de dados.

A conexão com o serviço WMS é feita por meio das classes **WebMapServer**, **WMSCapabilities** e **WMSUtils** disponibilizadas pela biblioteca *GeoTools* (item 3.3.1.4), sendo que a classe **FonteDados** foi desenvolvida para atender requisitos funcionais do protótipo. A lista abaixo descreve o papel de cada classe no serviço:

- **WebMapServer**: responsável pela conexão com o serviço;
- **WMSCapabilities**: provê metadados sobre o serviço, oferecendo informações sobre os valores de parâmetros aceitáveis para as

demais operações;

- **Layer**: classe contendo informações sobre os temas disponíveis no serviço;
- **WMSUtils**: classe utilitária que permite obter as camadas existentes no serviço; e
- **FonteDados**: classe utilizada pelo *framework* Struts para implementar a camada de controle.

As mensagens trocadas entre as classes para obtenção dos temas encontram-se disponíveis no diagrama de seqüência da Figura 25 e detalhadas no Quadro 9.

Quadro 9. Relação dos métodos utilizados em uma conexão WMS.

Classe	Método	Descrição	Retorno
WebMapServer	getCapabilities	Obtém uma instância da classe WMSCapabilities	WMSCapabilities
WMSUtils	getNamedLayers	Retorna todas as camadas do serviço em um vetor. Espera como argumento uma instância de WMSCapabilities	Layers[]
WMSCapabilities	getLayer	Retorna o tema principal do serviço	Layer
Layer	getTitle	Retorna o título do tema	String
	get_abstract	Retorna o resumo do tema	String
FonteDados	setCamadas	Define os temas que estarão disponíveis na camada de visão	Sem retorno
	setTituloFonte	Atribui uma descrição inicial para o atributo título	Sem retorno
	setResumoFonte	Atribui uma descrição inicial para o atributo resumo	Sem retorno

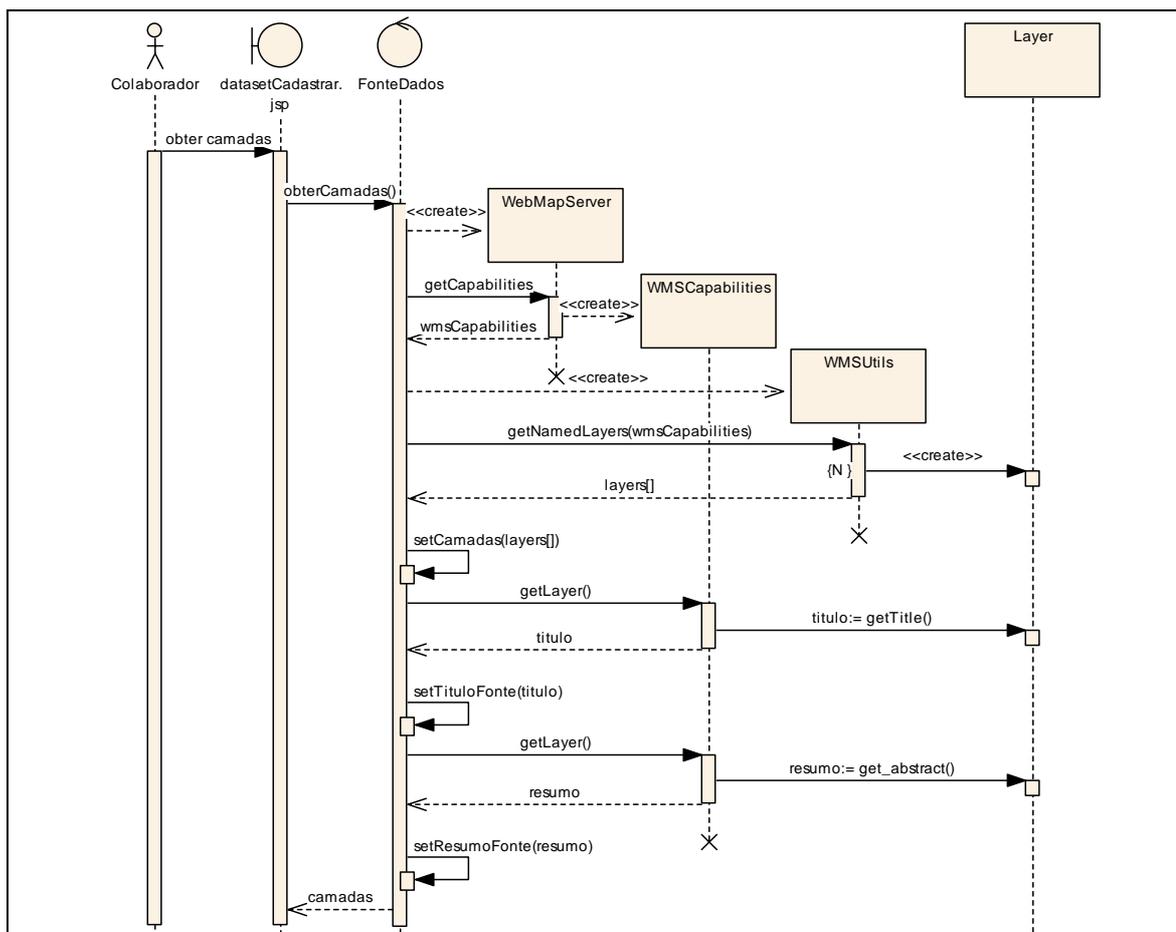


Figura 25. Diagrama de seqüência para recuperação dos temas de um WMS.

3.3.2.1.2 Web Feature Service

As etapas específicas para os tipos de fontes de dados bióticas de única espécie e múltiplas espécies (Quadro 8, apresentado anteriormente) utilizam o serviço WFS como instrumento de recuperação dos atributos e dados necessários para a indexação taxonômica.

Fontes de dados do tipo biótico contendo uma única espécie

Para o caso de fontes de dados contendo uma única espécie, o usuário deverá, após a definição do tema, selecionar o atributo correspondente a data de coleta, se existir, bem como informar a qual espécie os dados se referem através da definição do código TSN, obtido pela integração com o ITIS (Figura 26). Este processo de integração será devidamente explicado no item 3.3.2.1.3.

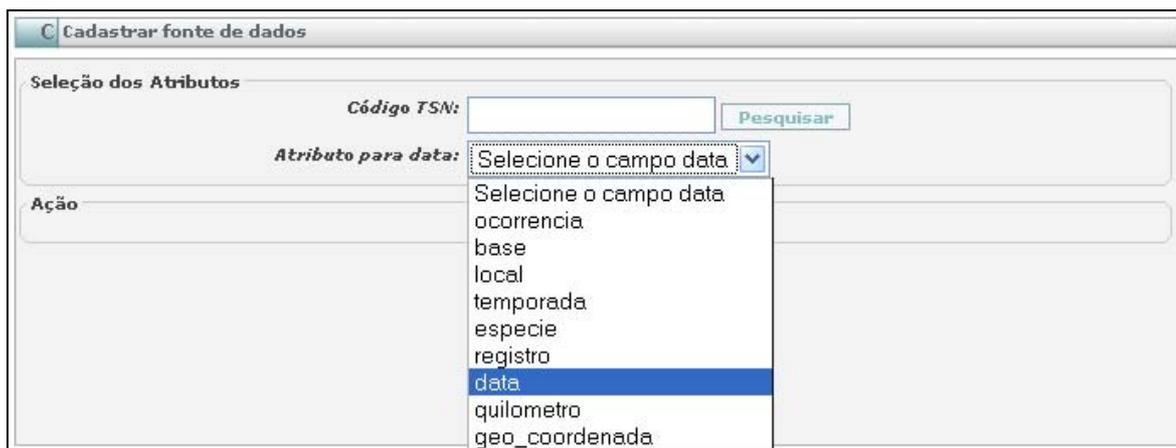


Figura 26. Tela de definição do código TSN e atributo data para fonte de dados bióticos – única espécie.

A recuperação dos atributos do tema através do WFS é feito, a exemplo do WMS, pela biblioteca *GeoTools*. Contudo, esta é uma operação mais complexa, sendo necessário que se recorra ao uso de sete de suas classes, além da **WebMapServer** anteriormente explicada:

- ***DescribeLayerRequest***: retorna informações sobre os temas ou tipos de objetos geográficos disponíveis em um *Web Map Server*;
- ***DescribeLayerResponse***: representa a resposta de um servidor após uma requisição *DescribeLayer* ser acionada;
- ***LayerDescription***: responsável por manter dados a respeito de um tema, é usada pela classe *DescribeLayerResponse*;
- ***DataStore***: representa o armazenamento físico dos objetos geográficos, as fontes de dados (Shapefile, tabelas de bancos, GML) são referenciadas através desta classe;
- ***WFSDataStoreFactory***: classe responsável por instanciar *DataStore*;
- ***FeatureType***: provê metadados para um tipo de objeto geográfico; e
- ***AttributeType***: armazena metadados sobre um único atributo do objeto geográfico.

As mensagens trocadas entre as classes para obtenção dos campos do tema são apresentadas no diagrama de seqüência da Figura 27 e detalhadas no Quadro 10.

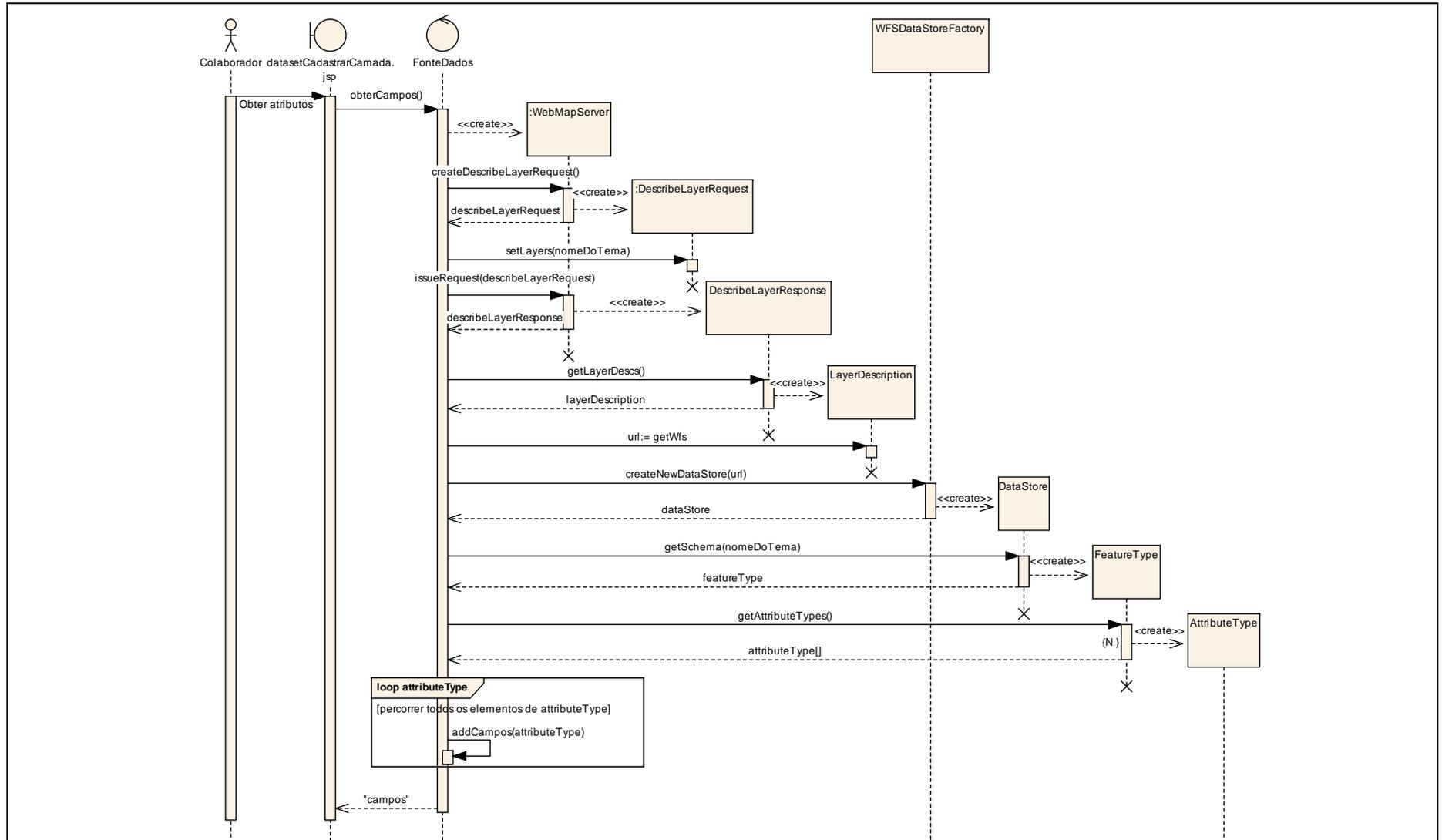


Figura 27. Diagrama de seqüência para conexão WFS e obtenção dos atributos de um tema.

Quadro 10. Relação dos métodos utilizados em uma conexão WFS para recuperação dos atributos do tema.

Classe	Método	Descrição
WebMapServer	createDescribeLayerRequest	Retorna uma instância da classe <i>DescribeLayerRequest</i>
	issueRequest	Retorna uma instância de <i>DescribeLayerResponse</i> . Espera como argumento uma instância de <i>DescribeLayerRequest</i>
DescribeLayerRequest	setLayers	Define o tema que será requisitado
DescribeLayerResponse	getLayersDesc	Retorna uma instância de <i>LayerDescription</i>
LayerDescription	getWfs	Retorna o endereço do serviço WFS
WFSDataStoreFactory	createNewDataStore	Obtém uma instância de <i>DataStore</i> segundo o endereço especificado no argumento
DataStore	getSchema	Retorna uma instância da <i>FeatureType</i> segundo o nome do tema especificado no argumento
FeatureType	getAttributeTypes	Retorna um <i>AttributeType[]</i> contendo os atributos do tema

Fontes de dados do tipo biótico contendo múltiplas espécies

A exemplo da operação realizada para fontes de dados do tipo biótico de uma única espécie, para múltiplas espécies o usuário deverá, após a definição do tema, selecionar os atributos correspondentes a data de coleta, se existir, e espécie (Figura 28-A). O retorno desta consulta consiste numa lista das espécies disponíveis no tema (Figura 28-B), cabendo ao usuário a escolha daquela(s) de interesse. A partir daí é que a indexação taxonômica é realizada de duas possíveis maneiras: (a) o usuário conhece e informa o código TSN; ou (b) o usuário pesquisa o código TSN no ITIS, conforme apresentado a frente, no item 3.3.2.1.3. Após isto, o sistema realiza a persistência dos objetos envolvidos no cadastro da fonte de dados, que consiste em salvar os objetos de domínio no banco de dados (Quadro 8), ação esta controlada pelo *framework* Hibernate.



Figura 28. Telas de definição de atributos e indexação taxonômica de fontes de dados bióticos – múltiplas espécies.

Para obter os dados e prepará-los para a visualização pelo usuário, o diagrama de seqüência da Figura 29 desconsidera, para efeito de simplificação, as quatro primeiras trocas de mensagens. Isto é possível graças ao fato de que são iguais aos das fontes de dados do tipo biótico contendo uma única espécie, anteriormente apresentado na Figura 27.

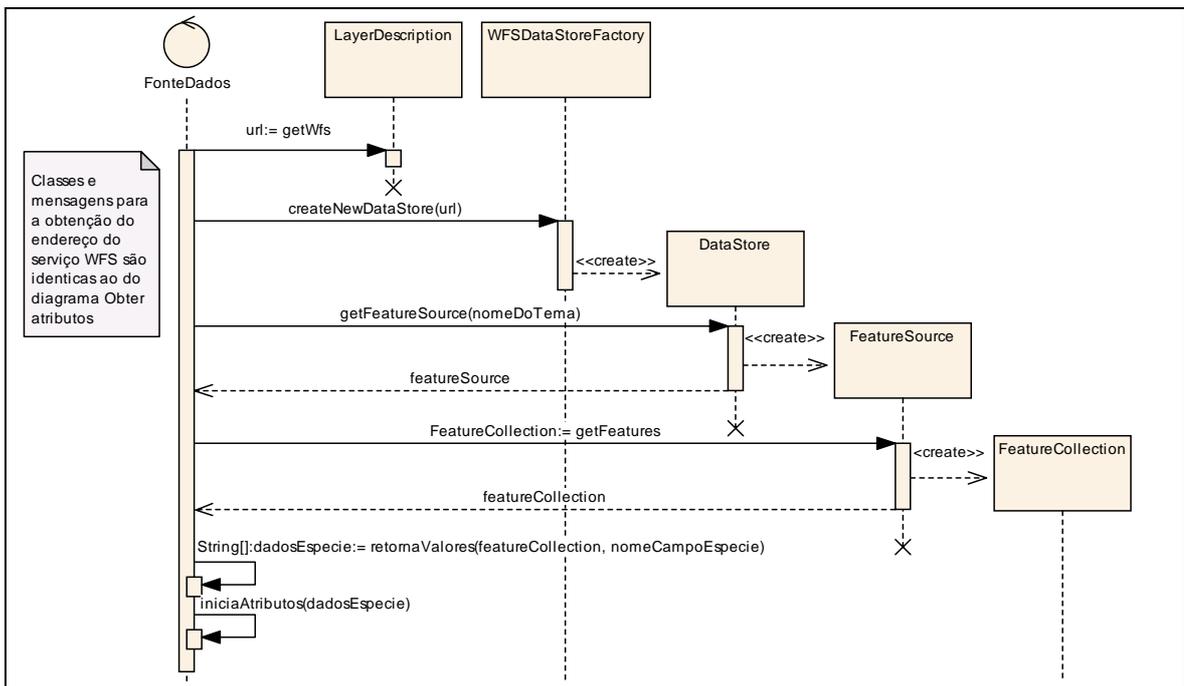


Figura 29. Diagrama de seqüência para obtenção dos dados de um tema.

A manipulação dos dados de um tema é possível com o uso da classe **FeatureSource**, que fornece uma instância de **FeatureCollection** contendo os registros do tema. O método `retornaValores()` percorre os elementos de

FeatureCollection retornando as ocorrências únicas para cada valor encontrado. As mensagens trocadas entre os objetos para a criação de um **FeatureCollection** estão descritas no Quadro 11.

Quadro 11. Relação dos métodos utilizados em uma conexão WFS para recuperação das espécies do tema.

Classe	Método	Descrição
DataStore	getFeatureSource	Retorna uma instância da classe FeatureSource para manipulação dos dados.
FeatureSource	getFeatures	Retorna os registros do tema através de uma instância de FeatureCollection
FonteDados	retornaValores	Recebe como argumento uma instância de FeatureCollection e o nome do atributo para identificação dos valores únicos encontrados para o atributo. Retorna um <i>array</i> contendo os valores.
	iniciaAtributos	Prepara as variáveis passadas a camada de visão para criação da tela de indexação taxonômica.

3.3.2.1.3 Indexação Taxonômica das Fontes de Dados

Conforme citado no item 3.3.2.1, o processo de indexação taxonômica nada mais é do que a associação de um código TSN a uma fonte de dados ou seus registros, ação realizada pelo colaborador, quando este não conhece o código, através de uma interface de pesquisa. Esta interface é acionada a partir do comando *pesquisar* apresentado na Figura 28. Na interface de pesquisa (Figura 30-A) o colaborador opta por um dos tipos de busca disponíveis no ITIS (todos os organismos, animal, fungo, monera, planta ou protozoários), bem como os filtros que podem ser aplicados na consulta (exatamente igual, começar, terminar ou conter o nome informado).

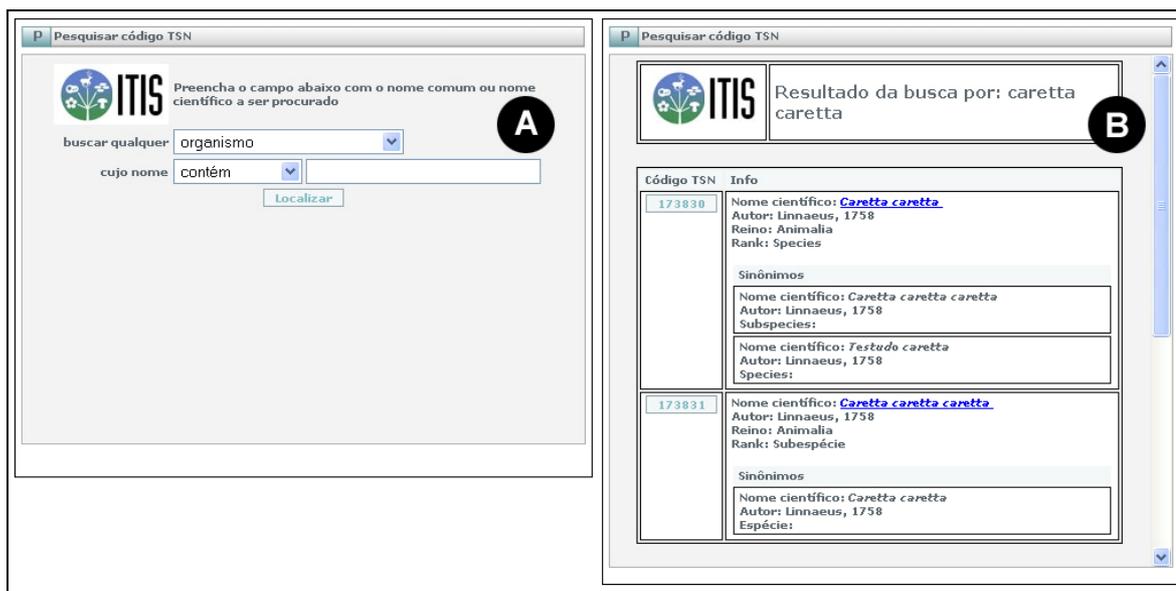


Figura 30. Tela de pesquisa aos dados do ITIS.

O retorno da consulta é apresentado através de lista de táxons (Figura 30-B). Acompanhando cada táxon listado encontram-se o seu TSN, resumo e o link para os respectivos detalhes (Figura 31). Com base nas informações disponibilizadas, o colaborador pode selecionar o TSN relativo ao tipo desejado.

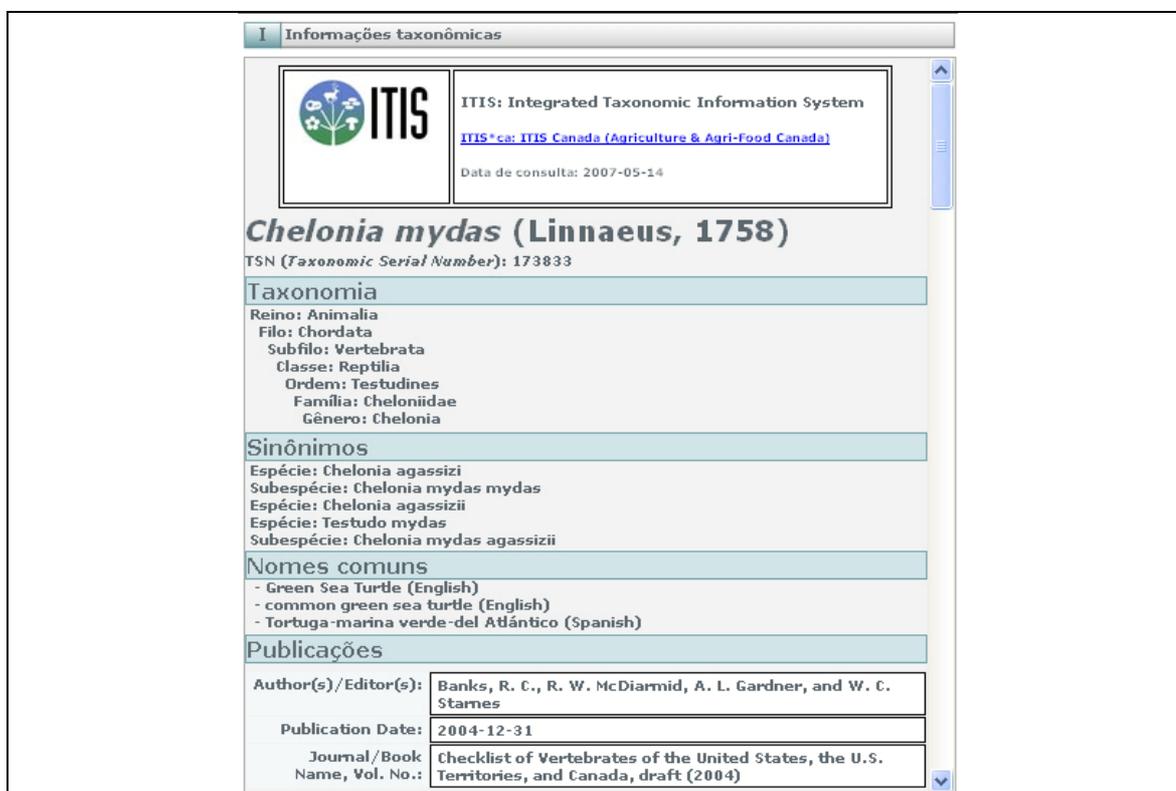


Figura 31. Consulta detalhada a uma unidade taxonômica.

Neste momento é necessário diferenciar o processo de indexação da fonte de dados do tipo biótico contendo uma única espécie do de múltiplas espécies, conforme indicado no item 3.3.2.1.2 e representado pelo diagrama de classes apresentado na Figura 32:

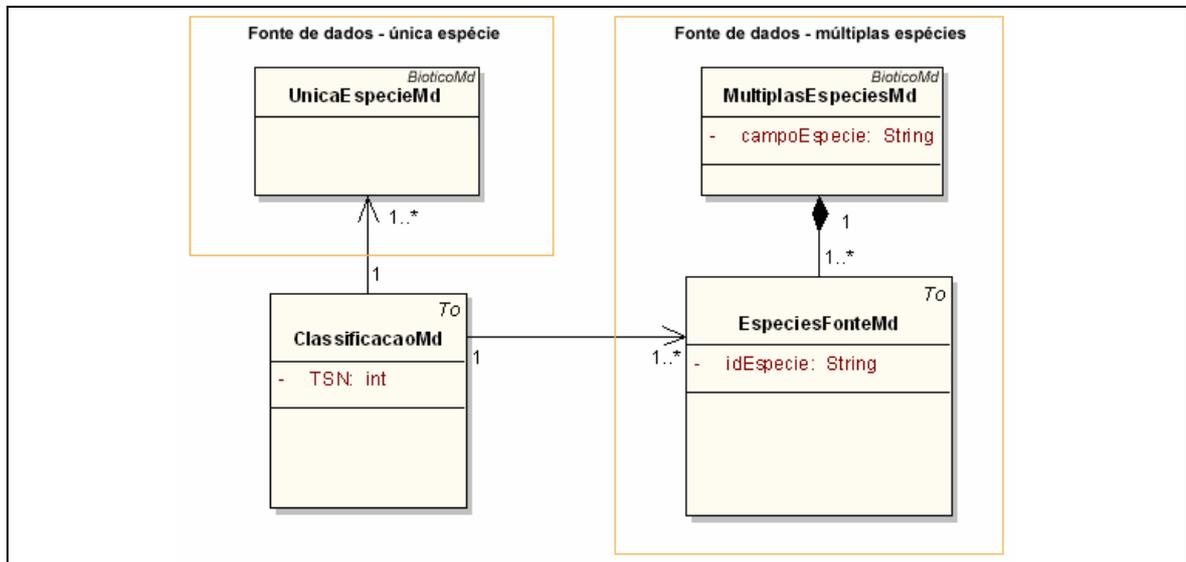


Figura 32. Fragmento de diagrama de classes de domínio relativo a indexação das fontes de dados.

O processo relacionado a cada uma destas fontes encontra-se abaixo descrito:

- **Única espécie:** primeiramente, verifica-se a existência ou não de um código TSN em *ClassificacaoMd*. Se não existir, cria-se uma nova instância da classe. Do contrário, obtém-se uma instância a partir do banco de dados, atribuindo a ela o código TSN selecionado. Essa instância será, então, associada à fonte de dados (*UnicaEspecieMd*); e
- **Múltiplas espécies:** nesta situação, em que existe uma agregação entre a classe *MultiplasEspeciesMd* e a classe *EspeciesFontesMd*, a associação entre a fonte de dados e a indexação se dá entre as classes *EspeciesFontesMd* e *ClassificacaoMd*.

3.3.2.2 Integração com o ITIS

A indexação taxonômica das fontes de dados, processo anteriormente descrito como sendo responsável pelo mapeamento dos dados bióticos provenientes de diversas origens, é realizada a partir da leitura do documento XML retornado pelo ITIS. Para interpretar este documento emprega-se um modelo de classes, construído neste trabalho conforme o documento de definição de tipos²⁶ que descreve a estrutura do XML (Figura 33).

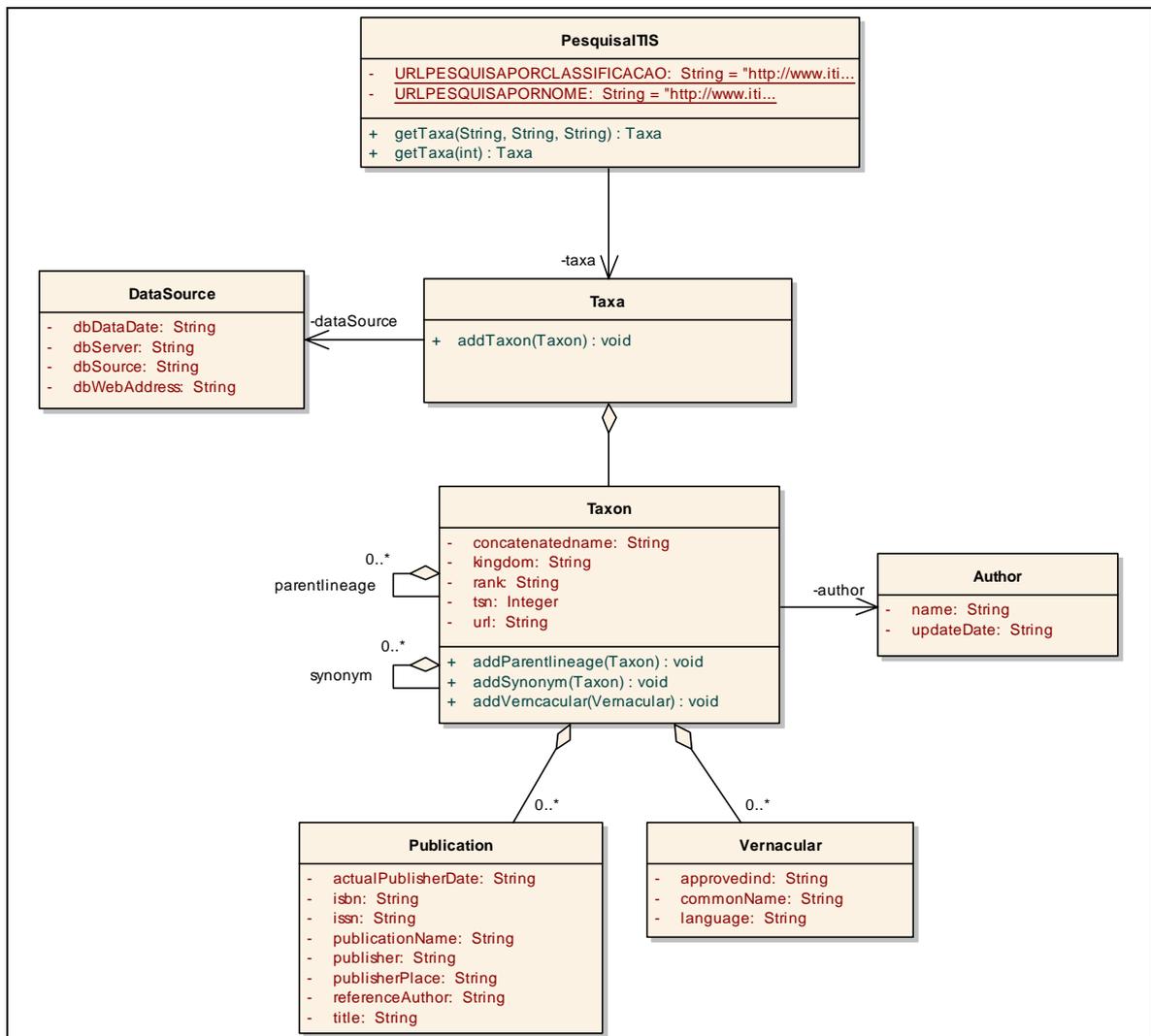


Figura 33. Diagrama de classes ITIS

²⁶ DTD – *Document Type Definition*, descreve as regras que definem quais elementos podem ser usados em um documento XML e quais os valores válidos para cada elemento. O DTD referente à estrutura de XML do ITIS pode ser encontrado em: <http://www.cbif.gc.ca/xml/itis_our.dtd>.

A classe **PesquisalTIS** contém os métodos para pesquisa aos dados do ITIS, que realizam a interpretação e a disponibilização dos dados em forma de instâncias das classes que serão eventualmente usadas pelo sistema:

- **Taxa**: agrega os táxons recuperados do documento XML e o objeto *DataSource*;
- **DataSource**: responsável por manter informações sobre o serviço;
- **Taxon**: classe que contém informações sobre uma unidade taxonômica;
- **Publication**: contém as publicações para um determinado táxon;
- **Author**: classe que descreve o autor de um táxon; e
- **Vernacular**: disponibiliza o nome comum de um táxon;

O procedimento de leitura e conversão dos dados em objetos, conforme o diagrama de seqüência apresentado na Figura 34, utiliza a biblioteca *JDOM*²⁷.

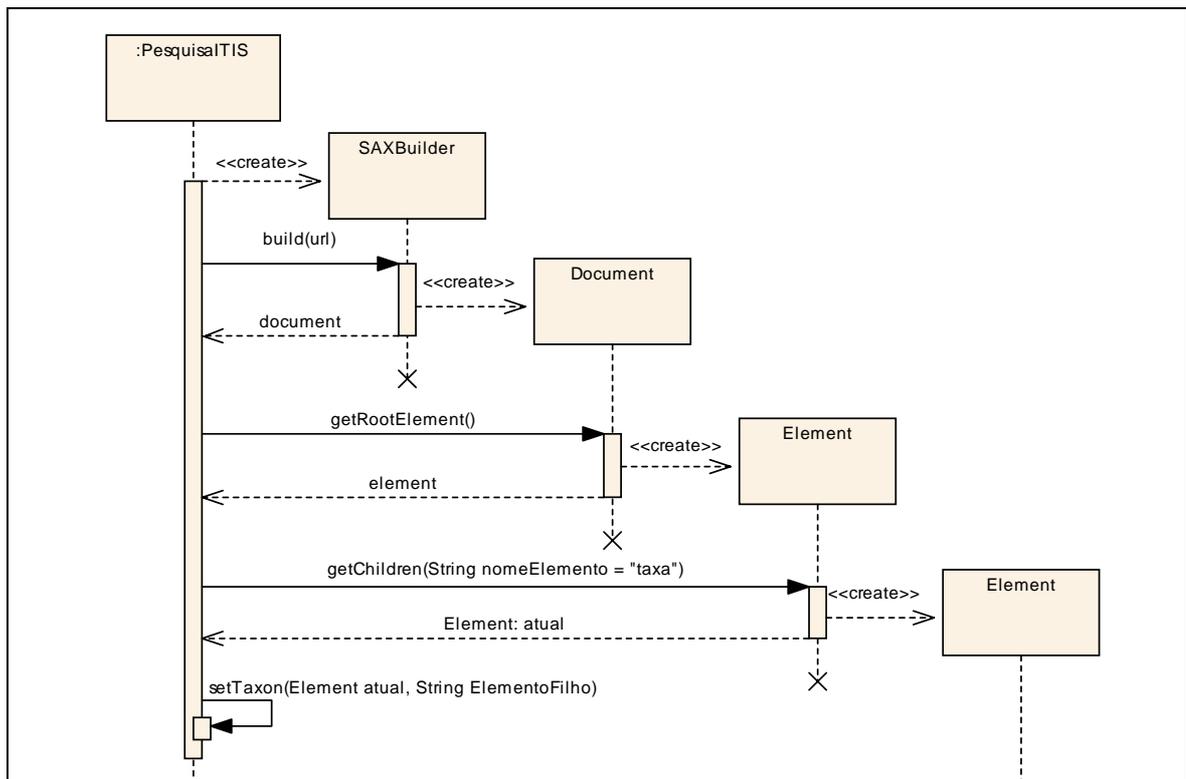


Figura 34. Diagrama de seqüência para leitura de documento XML.

²⁷ JDOM é uma biblioteca que provê uma solução baseada em Java para acesso, manipulação e geração de dados XML, disponível em: <http://www.jdom.org/>

As classes e a troca de mensagens entre elas necessárias para obter um documento XML, a partir de um endereço da *Internet*, ocorrem da seguinte maneira: a conexão com o servidor provedor do documento XML é de responsabilidade da classe **SAXBuilder** que, ao obter o documento, realiza uma primeira conversão dos dados retornando-os como instância da classe **Document**. O método `getRootElement()` da classe **Document** retorna uma instância de **Element** correspondente ao elemento principal de um documento XML. No caso do ITIS, este elemento é o `<itis>`. Os dois únicos elementos filhos de `<itis>` são: (a) `<datasource>`, que contém informações sobre o servidor que está provendo os dados e (b) `<taxa>`, elemento que delimita um conjunto de elementos `<taxon>`. Cada elemento `<taxon>` contém a classificação, nomes comuns e referências bibliográficas sobre uma determinada unidade taxonômica.

A classe **Element** corresponde a qualquer elemento de um documento XML, e através dela pode-se recuperar o valor do elemento, um elemento filho ou ainda um conjunto de elementos filhos (Quadro 12). Ou seja, os dados contidos no documento XML são recuperados pelos métodos de **Element** e inseridos nas instâncias das classes apresentadas na Figura 33.

Quadro 12. Relação dos métodos da classe *Element*.

Método	Descrição	Retorno
<code>getChild(String)</code>	Retorna um elemento filho específico	Element
<code>getChildren(String)</code>	Retorna um conjunto de elementos filhos especificados pelo nome passado ao argumento do método	List <Element>
<code>getText()</code>	Retorna o valor do elemento	String
<code>getChildText(String)</code>	Retorna o valor de um elemento filho	String
<code>getAttribute(String)</code>	Retorna o atributo especificado pelo nome passado ao argumento do método	Attribute
<code>getAttributeValue(String)</code>	Retorna o valor do atributo especificado pelo nome passado ao argumento do método	String

3.3.2.3 Manutenção de Catálogos de Dados

Um catálogo de dados, conforme já apresentado no item 3.1.1.2, é o instrumento fornecido pelo Observatório para a descoberta dos dados bióticos, permitindo a visualização dos dados e conseqüente análise e diagnóstico de um

determinado fenômeno. Cabe salientar, antes de prosseguir, que este processo pode ser realizado por qualquer tipo de usuário cadastrado no sistema.

A criação de um catálogo é realizada através do módulo *WebGIS*, com a definição dos dados básicos, como título, resumo do conteúdo, limite geoespacial e forma de compartilhamento - público ou privado (Figura 35-A). Especial destaque deve ser dado aos atributos título e resumo do conteúdo, pois são empregados para facilitar a busca durante a pesquisa por catálogos públicos.

Dados básicos do catálogo

Título: Título do catálogo

Descrição: Descrição do catálogo

Limite: Lat inicial -23.123 Long inicial -47.1213 Lat final 0.0 Long final 0.0

Compartilhamento: Privado Público

Temas abióticos

Ação	Título	Descrição	Autor
▲ ▼ ✕	Batimetria	Dados de batimetria	Colaborador1
▲ ▼ ✕	Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade	Revisão áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (2007)-classificadas de acordo com a importância biológica	Colaborador2

Temas bióticos

Ação	TSN	Nome científico	Período	Qtde. fontes
✕	173830	Caretta caretta	Não utilizado	2
✕	173840	Lepidochelys olivacea	01/01/2006 - 30/12/2006	1

Figura 35. Tela principal do cadastro de catálogos.

Para a definição dos temas abióticos associados ao catálogo (Figura 35-B), o usuário tem a opção de pesquisar, utilizando os atributos título e resumo das fontes de dados abióticas (Figura 36), os temas disponíveis. Após a escolha, o tema será listado na tela de cadastro de catálogos. Dentre as opções disponíveis no catálogo de dados, o usuário poderá ainda remover um tema, ou mudar a ordem em relação a outros temas. Essa opção é importante, pois a ordem dos temas influencia a visualização no módulo *WebGIS*.

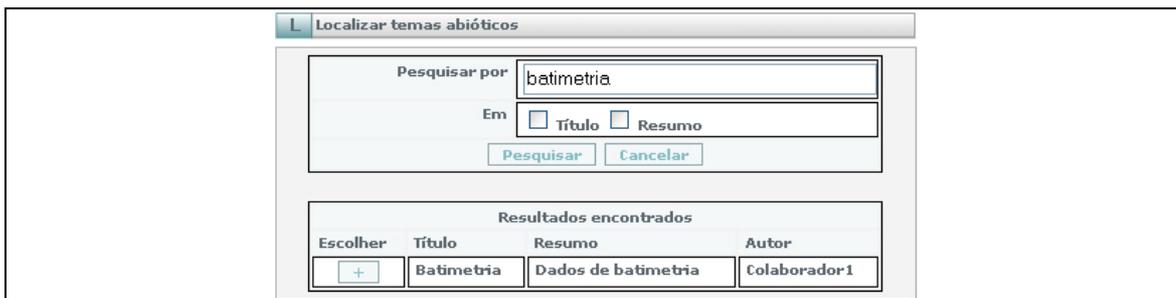


Figura 36. Tela de localização de temas abióticos para inclusão em catálogos de dados.

A escolha das espécies para um catálogo, Figura 35-C, é feita através de pesquisa à base de dados do ITIS. Essa pesquisa, apresentada na Figura 37, é semelhante à realizada durante a indexação de uma fonte de dados bióticos (Figura 30), com as seguintes diferenças:

- **Filtro por período:** ao se informar uma data inicial e final, somente as fontes de dados contendo o campo data serão consideradas; e
- **Cruzamento com as unidades taxonômicas existentes:** dentre o universo de táxons retornados pelo ITIS, apenas os indexados poderão ser acrescentados ao catálogo. Os demais serão apenas listados (veja detalhe em vermelho na Figura 37), com a possibilidade de visualização dos respectivos detalhamentos disponíveis no ITIS, conforme Figura 37.

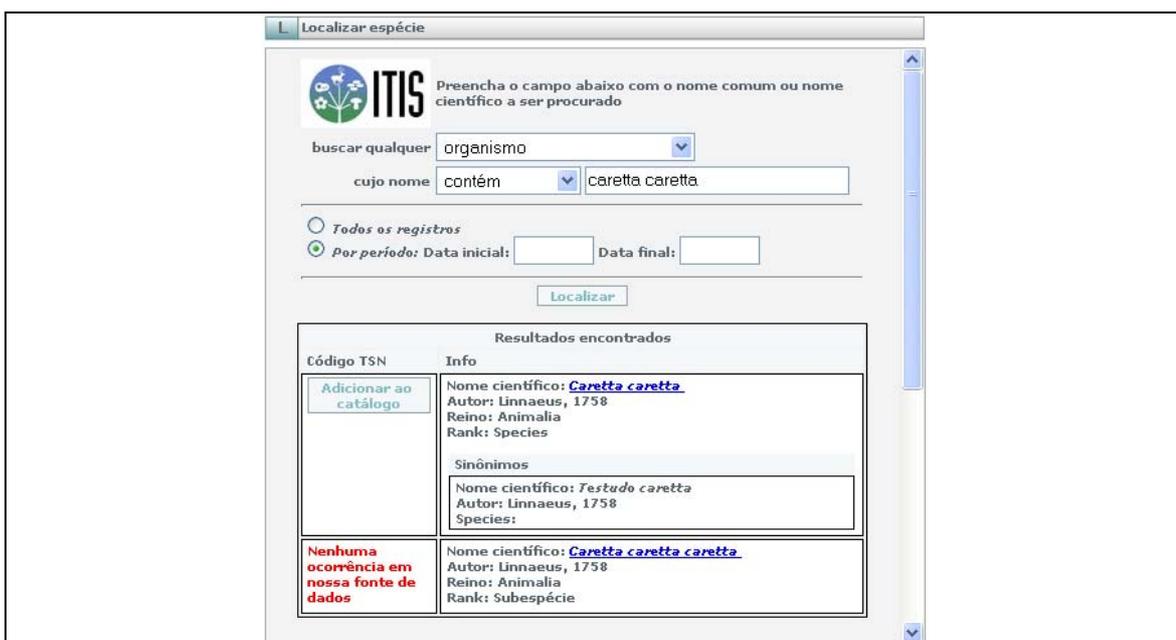


Figura 37. Tela de localização de táxons para inserção em catálogos de dados.

3.3.2.4 WebGIS

O módulo *WebGIS* integra os dados das fontes bióticas para apresentá-los em mapas, juntamente com os temas abióticos. Sua interface inicial (Figura 38) contém um mapa para visualização dos dados, a lista de catálogos e de temas abióticos.

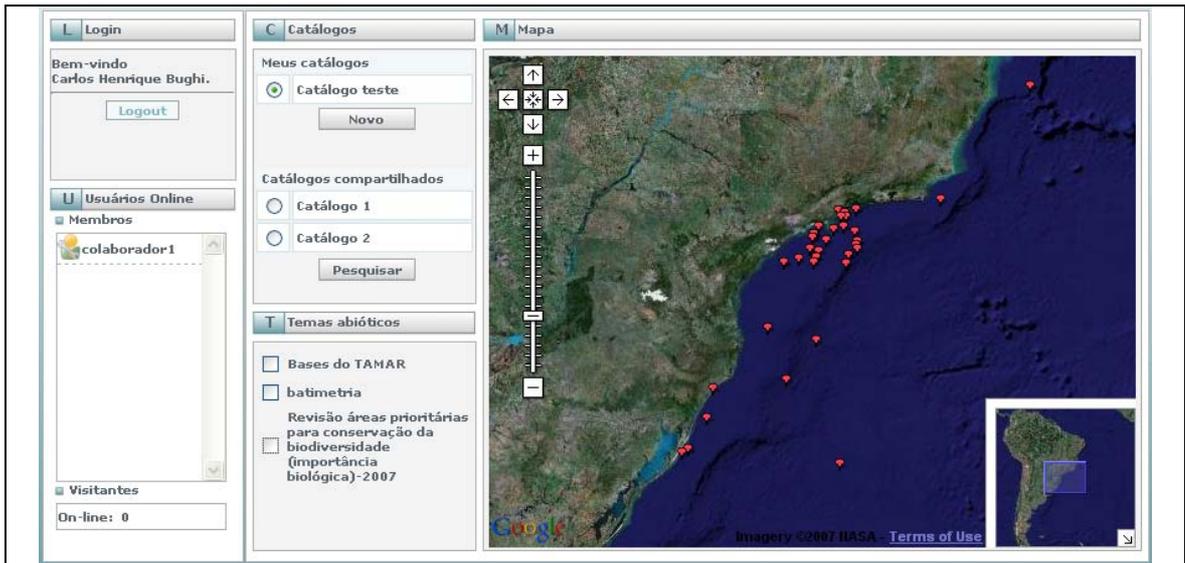


Figura 38. Tela principal do módulo *WebGIS*.

O mapa para visualização dos dados faz uso da API do *Google Maps* como cliente *WebGIS*. Os catálogos criados são apresentados segundo a sua origem, ou seja, aqueles criados pelo usuário encontram-se disponíveis na lista *Meus catálogos*. Os disponibilizados por outros usuários poderão ser pesquisados e incluídos na lista de Catálogos compartilhados. Esta pesquisa é feita com base nos atributos título e resumo, ou ainda por códigos TSN (Figura 39). Finalmente, em Temas abióticos estarão listados todos os temas disponíveis no sistema.

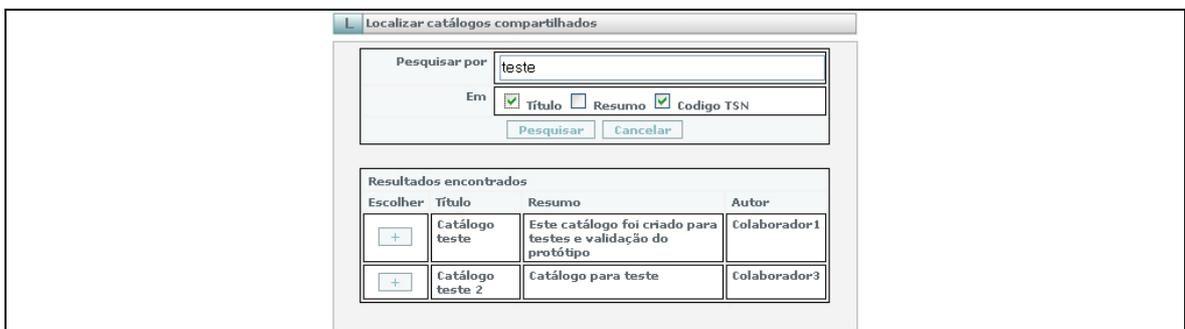


Figura 39. Tela de busca por catálogos para visualização no módulo *WebGIS*.

Sobre o ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento do módulo *WebGIS* deve ser analisado em dois aspectos distintos: a adaptação do cliente *WebGIS* às necessidades do Observatório; e as rotinas para recuperação, sistematização e entrega dos dados bióticos.

3.3.2.4.1 Adaptação do cliente *WebGIS*

O uso da API *Google Maps* como cliente *WebGIS* foi possível através da utilização da biblioteca *wms-gs*²⁸ fornecida pelos desenvolvedores do *GeoServer*²⁹. Esta biblioteca adiciona ao *Google Maps* a capacidade de visualização de temas a partir de servidores WMS.

Além disso, foram programadas novas funções para se obter o documento GML, criado através da leitura das Fontes de Dados, e transformá-lo em marcadores³⁰ no mapa. Para este fim utilizou-se a classe ***GDownloadUrl*** do *Google Maps*, que realiza um requisição assíncrona ao servidor HTTP, permitindo assim manipulação de documentos em formato XML. Como o GML pode ser considerado uma extensão do XML, esta função se estende para este tipo de documento (Figura 40).

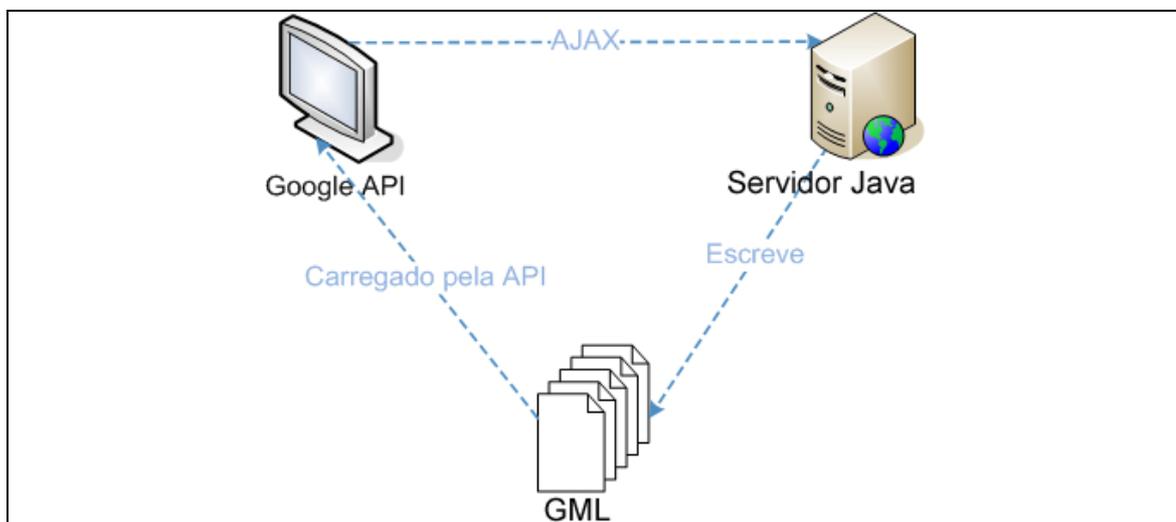


Figura 40. Conexão entre o *Google Maps* API e o servidor para leitura de documento GML.

²⁸ Um tutorial para integração da biblioteca com o Google Maps pode ser encontrado em: <http://docs.codehaus.org/display/GEOSDOC/Google+Maps>

²⁹ GeoServer é um servidor WMS/WFS construído sobre a plataforma Java.

³⁰ Os marcadores são utilizados no Google Maps API para simbolizar geometrias do tipo ponto.

O documento GML retornado contém um elemento principal, *<wfs:FeatureCollection>*, que encapsula todos os registros, conforme apresentado no fragmento de código abaixo (Figura 41).

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
- <wfs:FeatureCollection xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:obbim="http://www.obbim.org.br" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
- <gml:featureMember>
- <obbim:fonteDados fid="1">
  <obbim:tsn>173830</obbim:tsn>
  <obbim:especieITIS>Caretta caretta</obbim:especieITIS>
  <obbim:especieNaOrigem>Caretta caretta</obbim:especieNaOrigem>
  <obbim:dataRegistro>01/12/2006</obbim:dataRegistro>
  <obbim:responsavel>Projeto TAMAR</obbim:responsavel>
  <obbim:titulo>Ocorrências</obbim:titulo>
  <obbim:resumo>Registros para testes do Observatório</obbim:resumo>
  <obbim:webService>http://localhost/sitamar/wms</obbim:webService>
- <obbim:geo_coordenada>
- <gml:Point>
  <gml:coordinates decimal="." cs="," ts=" ">-45.342,-27.453543</gml:coordinates>
  </gml:Point>
</obbim:geo_coordenada>
</obbim:fonteDados>
</gml:featureMember>
</wfs:FeatureCollection>

```

Figura 41. Fragmento do GML gerado pelo Observatório.

Cada registro é composto pelo elemento *<gml:featureMember>* contendo os atributos que o descrevem (Quadro 13):

Quadro 13. Relação de elementos do GML retornado pelo sistema.

Elemento	Descrição
<i>obbim:tsn</i>	Código TSN
<i>obbim:especieITIS</i>	Nome científico definido pelo ITIS
<i>obbim:especieNaOrigem</i>	Nome da espécie na origem da fonte de dados
<i>obbim:dataRegistro</i>	Data do registro
<i>obbim:responsavel</i>	Responsável pelo dado
<i>obbim:titulo</i>	Título da fonte de dados
<i>obbim:resumo</i>	Resumo da fonte de dados
<i>obbim:webService</i>	Endereço do <i>web service</i>
<i>gml:coordinates</i>	Coordenada do ponto

Ao receber o documento GML, a aplicação cliente faz uma varredura neste documento e cria um marcador no mapa para cada registro encontrado.

3.3.2.4.2 Recuperação, sistematização e entrega de dados bióticos

O processo de visualização dos dados bióticos no *WebGIS* tem início na escolha de um catálogo pelo usuário. Ao selecioná-lo, o sistema realiza uma

busca nas fontes de dados usadas por este catálogo, retornando para o mapa os registros encontrados. Para cada registro existente no mapa, é possível consultar os atributos definidos no Quadro 6.

Recuperação e sistematização

Para a etapa de recuperação dos dados de diferentes origens, considerando as fontes de dados do tipo biótico contendo múltiplas espécies, o sistema faz uso das classes de filtro existentes na biblioteca *GeoTools*, associado ao atributo definido pelo colaborador na etapa de criação da fonte de dados. O diagrama de seqüência apresentado na Figura 42 contém as classes e mensagens trocadas nesta atividade, sendo que as classes *GeoTools* utilizadas para esta operação, são:

- ***FilterFactoryFinder***: disponibiliza métodos estáticos para definição de um *FilterFactory*;
- ***FilterFactory***: interface cujos métodos permitem a criação de instâncias para subclasses de filtros e expressões; e
- ***CompareFilter***: define um filtro de comparação entre duas expressões.

As demais classes do diagrama dizem respeito à camada de controle de aplicação (classe ***WebGIS***), camada de domínio (***ClassificacaoMd***, ***BioticoMd***, ***ClassificacaoDb***, ***FonteDb***) e, por último, a classe ***PreparaConsultaWFS***, que é utilizada no processo de recuperação dos dados via WFS.

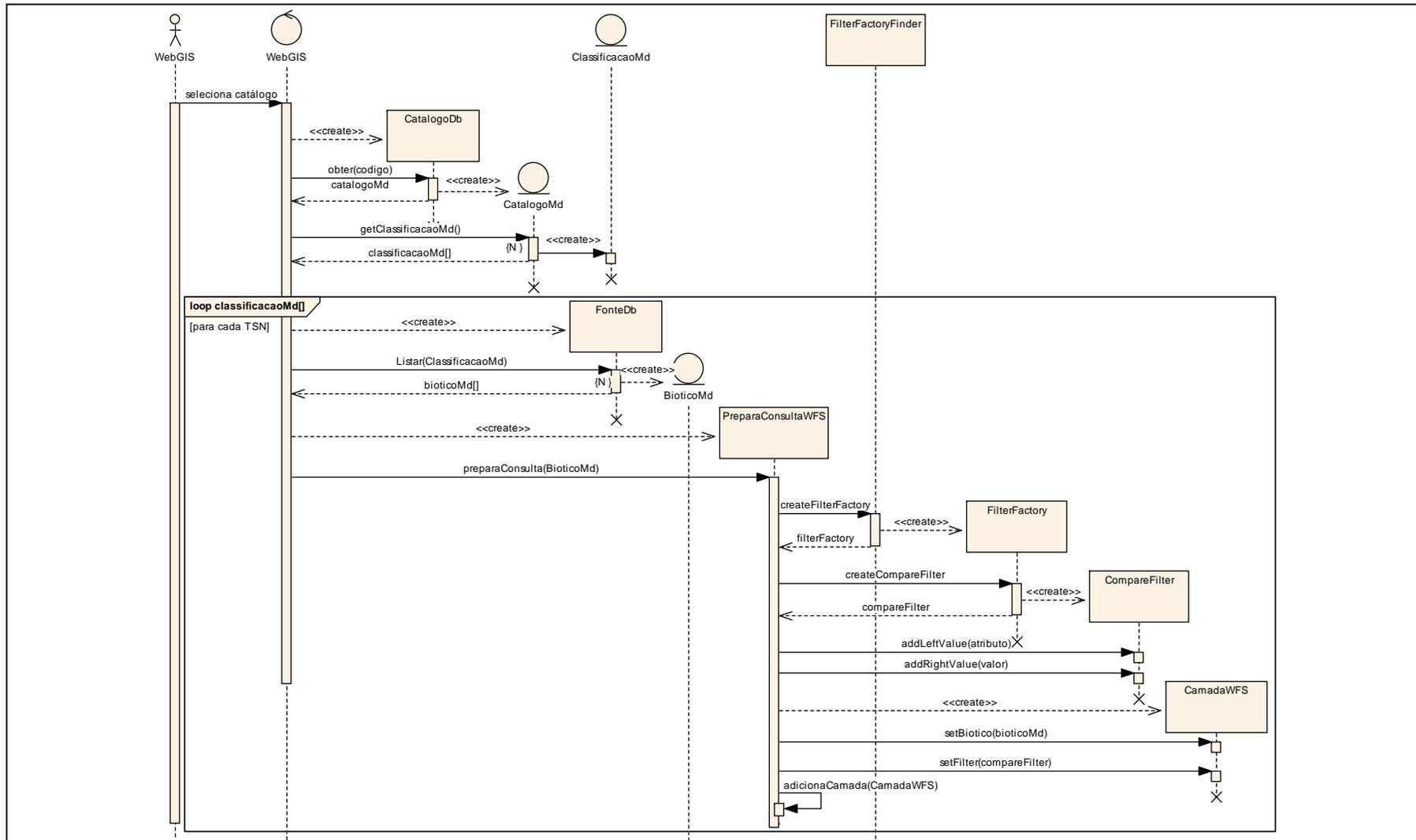


Figura 42. Diagrama de seqüência demonstrando a preparação da consulta às fontes de dados.

Ainda durante esta etapa, é necessário o uso de multiprocessamento (*multithreads*) para recuperar os registros das fontes de dados de modo simultâneo, conforme apresentado no diagrama da Figura 43, e não sequencialmente, como seria o procedimento usual. Isto significa, em termos práticos, a redução do tempo de consulta. Enquanto os processos para conexão com os servidores WFS estão ativos, o sistema fica em modo de espera. Somente após a finalização de todos os processos, o sistema gera o documento GML com os dados retornados pelos servidores WFS, enviando-o por fim para a aplicação cliente.

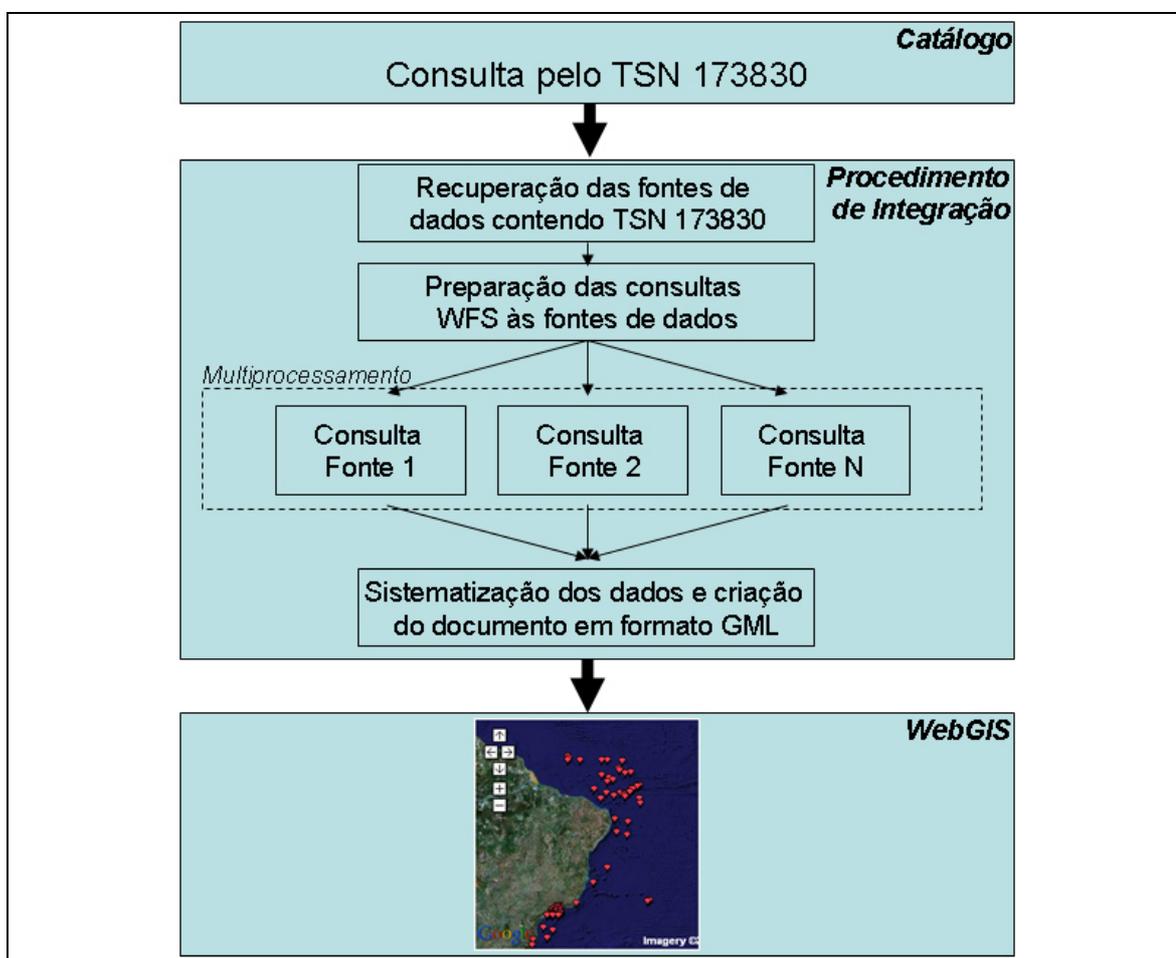


Figura 43. Ilustração demonstrando a integração entre o Catálogo e o *WebGIS*, com ênfase no procedimento de integração dos dados.

Uniformização e Visualização

A uniformização é uma etapa importante para a definição de uma simbologia única para todos os dados entregues ao cliente *WebGIS*, e deve ser feita antes da visualização propriamente dita. Isto é necessário para que haja

consistência na comunicação visual, evitando-se assim que falsas interpretações ocorram pelos usuários do Observatório. Esse problema pode ser verificado no exemplo da Figura 44, constituído por mapa contendo temas sobre a espécie *Caretta caretta* obtidos a partir de dois servidores WMS: OBIS-SEAMAP, em vermelho; e SITAMAR, em roxo.

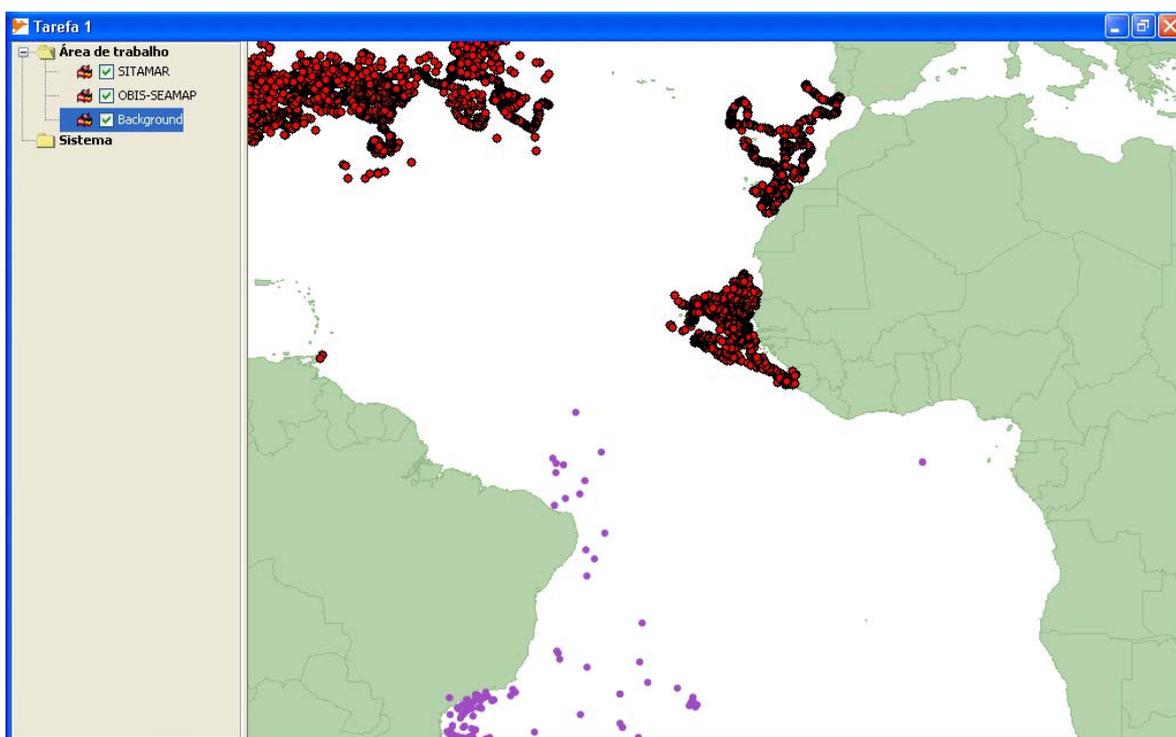


Figura 44. Visualização de dados sobre o mesmo tema na interface do SIG Jump, a partir de diferentes origens, com destaque para a ausência de padronização simbólica.

A uniformização é realizada através da associação do TSN a um marcador da API do *Google Maps*. A distinção entre diferentes TSN (leia-se marcadores) é feita através da associação do código a uma cor específica. Somente após este procedimento é realizada a visualização.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar e validar a concepção do Observatório Brasileiro sobre Biodiversidade Marinha no Brasil, implementou-se um protótipo com base no modelo apresentado no Capítulo 3 desta dissertação. Este protótipo serviu para a realização de testes, cujos resultados encontram-se discutidos neste Capítulo.

É importante ressaltar que os testes realizados se referem aos conceitos tecnológicos empregados no sistema, analisando sua viabilidade operacional enquanto soluções aos problemas da informática da biodiversidade no que se refere à: (a) interoperabilidade; (b) indexação taxonômica; (c) portabilidade de dados, com destaque a dados geospaciais; e (d) visualização de mapas via *web*. Elementos de significativo impacto em qualquer modelagem de sistema, e aqui, em especial, para o Observatório.

O procedimento utilizado para os testes foi o de validação das operações inerentes ao funcionamento do Observatório. Para tal foram utilizados os dados oriundos dos sistemas de informação dos projetos SIMMAM e SITAMAR, considerados como fontes de dados bióticos e abióticos. O servidor WMS do Ministério do Meio Ambiente foi utilizado, complementarmente, como fonte de dado abiótico, assim como o servidor WFS do OBIS-SEAMAP. Para validar as soluções propostas para os quatro problemas acima destacados, os testes foram realizados de modo a responder a quatro questões básicas:

- Os procedimentos para a criação e recuperação das fontes de dados através da integração do Observatório aos sistemas colaboradores, com uso de Web Services geográficos, atende efetivamente ao seu objetivo?
- É viável o uso do TSN (disponibilizado pelo ITIS) para indexação taxonômica das fontes de dados?
- É viável o uso do GML como um documento de transporte dos dados integrados pelo Observatório?

- É viável o uso do WebGIS para apresentação integrada dos dados de diferentes fontes, sem a dissociação de suas origens?

4.1 TESTES E RESULTADOS

4.1.1 Integração de Dados

A essência do Observatório, considerando a sua natureza distribuída, consiste na obtenção e integração de dados de diferentes fontes. Para estudos sobre biodiversidade essas fontes de dados abrangem dados de natureza biótica, associados aos registros de ocorrências de espécies; e dados de natureza abiótica, contendo informações que agreguem algum tipo de valor às análises potencialmente realizadas através do Observatório. Como esses dois tipos de dados são tratados de forma diferente pelo sistema (item 3.1.1.1), é natural que os testes sejam conduzidos separadamente.

4.1.1.1 Integração de Dados Abióticos

A integração dos dados abióticos ao sistema é realizada através do serviço WMS, especificado pela OGC (item 3.3.2.1.1). Assim, a função do Observatório consiste em armazenar os dados para conexão ao serviço (protocolo, endereço, porta e recurso) e o tema (também definido como camada ou *layer*) que será visualizado pelo módulo *WebGIS*. Junto a esses dados básicos, têm-se informações de metadados, como título e resumo do tema, bem como o usuário responsável pela sua disponibilização.

Como o sistema não realiza nenhuma análise ou sistematização sobre esse tipo de dado, a responsabilidade pela sua recuperação e visualização é repassada diretamente ao módulo *WebGIS*, através de um cliente WMS integrado à *API Google Maps*.

As três fontes de dados escolhidas para os testes (colaboradores) foram definidas por possuírem serviços WMS (Quadro 14). Destaca-se neste momento a importância da utilização dos padrões OGC, pois os servidores foram construídos com base em tecnologias distintas: SIMMAM e MMA em

PHP/MapServer e SITAMAR em Java/GeoServer. Fato que não inviabilizou a integração dos dados a partir destas fontes.

Quadro 14. Relação dos servidores WMS utilizados para os testes com fontes de dados bióticos.

Endereço	Tema	Usuário^a
http://200.169.63.95:80/cgi-bin/map461?map=/home/apache/mapserv/simmam/simmam.map	shp_batimetria	colaborador1
http://mapas.mma.gov.br:80/cgi-bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/biorregioes.map	areas_priori_import ^b	colaborador2
http://siaiacad15.univali.br:80/geoserver/wms	topp:tgisit_bases_tamar	colaborador3

^a Para simular a criação de fontes de dados por diferentes usuários, foram definidos três usuários fictícios com nível de colaborador: colaborador1, colaborador2 e colaborador3;

^b Revisão áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (2007) - classificadas de acordo com a importância biológica;

Durante o cadastro das fontes abióticas, o Observatório atua como um cliente do serviço WMS. As classes disponibilizadas pela biblioteca *GeoTools* atendem plenamente a aos procedimentos necessários para a criação e recuperação das fontes de dados.

4.1.1.2 Integração de Dados Bióticos

A integração e visualização dos dados bióticos auxiliam no planejamento, gestão e tomada de decisão relativa ao uso e conservação da biodiversidade. Essa integração é possível graças à indexação taxonômica e ao uso do serviço WFS para a recuperação dos registros existentes nas diferentes fontes de dados do tipo biótico, conforme apresentado no item 3.3.2.1.2.

Para que a integração ocorra, três etapas distintas são necessárias ao processo: (a) criação das fontes de dados, que ocorre concomitantemente à indexação da fonte com o código TSN fornecido pelo ITIS; (b) busca pelas fontes de dados durante a utilização do catálogo; e por último a (c) visualização do catálogo pelo *WebGIS* (etapa que será discutida no item 4.1.3).

Para a validação desta etapa utilizou-se mais uma vez as base de dados dos sistemas SITAMAR e SIMMAM (colaboradores), uma vez que estas disponibilizam serviço WFS. Complementarmente, utilizou-se a base de dados do

OBIS-SEAMAP (Quadro 15).

Quadro 15. Relação dos servidores WFS utilizados para os testes com fontes de dados abióticos.

Endereço	Tema	Usuário^a
http://200.169.63.95:80/cgi-bin/map461?map=/home/apache/mapserv/simmam/simmam.map	publico	Colaborador1
http://seamap.env.duke.edu/prod/mapservice/wms/wms.php	ds62	Colaborador2
http://siaiacad15.univali.br:80/geoserver/wms	vsit_ocorrencia	Colaborador3

O processo (a), no que se refere especificamente à criação das fontes de dados, pode ser avaliado quanto a sua capacidade de conexão aos serviços WFS, e a recuperação dos seus atributos e dados eventualmente utilizados na configuração e indexação da fonte. A exemplo da integração com as fontes de dados abióticos, que usa a biblioteca *GeoTools* para realizar a conexão WMS, este processo também faz uso das classes disponibilizadas por ela. No entanto, a despeito destas classes atenderem plenamente aos procedimentos necessários para a criação e recuperação das fontes de dados, deve-se destacar como ponto negativo a complexidade para implementação de tal solução, conforme apresentado na modelagem (item 3).

A indexação da fonte com o código TSN fornecido pelo ITIS, processo paralelo ao acima descrito, será oportunamente abordado no Item 4.1.2.

O processo (b), busca pelas fontes de dados durante a utilização do catálogo, deve ser analisado sobre dois cenários: (1) diferentes fontes contendo um mesmo código TSN; e (2) diferentes fontes contendo diferentes códigos TSN. Para os testes relacionados ao primeiro cenário, foram utilizadas as fontes de dados do SIMMAM e do OBIS-SEAMAP, contendo a mesma espécie para teste, indexadas pelo código TSN 180426 (*Tursiops truncatus*). Para a visualização integrada destes dados, criou-se um catálogo para fontes de dados associadas ao código TSN escolhido. Como resultado foi possível verificar que os dados das diferentes fontes representam, simbolicamente falando, um único tipo de informação no mapa. A Figura 45 apresenta as 15 ocorrências localizadas no Atlântico Norte do OBIS-SEMAP junto com as 262 ocorrências do SIMMAM,

localizadas no Atlântico Sul.



Figura 45. Visualização dos registros de *Tursiops truncatus* a partir de diferentes fontes de dados.

Um problema identificado neste teste ocorreu durante a preparação das fontes de dados. O serviço WFS fornecido pelo OBIS-SEAMAP não implementa a operação *describeFeatureType*. Considerada obrigatória pelo OGC, ela descreve a estrutura dos temas fornecidos pelo serviço. Por este motivo, o sistema não foi capaz de identificar os atributos para espécie e data e, conseqüentemente, não recuperou os dados para a indexação da espécie. Para realizar o teste, optou-se então pela configuração manual da fonte de dados. A potencial solução para este problema seria a disponibilização de um módulo avançado de criação de fontes de dados. Contudo, o mais correto seria a adoção do padrão WFS do OGC pelo OBIS-SEAMAP.

Para o segundo cenário do processo (b), em que diferentes fontes contendo diferentes códigos TSN são testadas, foram utilizados os servidores do SITAMAR e o SIMMAM, uma vez que não é necessário que as fontes contenham a mesma espécie. Assim, foram recuperados os dados referentes à *Caretta caretta* (TSN 193830) do SITAMAR e *Tursiops truncatus* (TSN 180426) do SIMMAM. Repetiu-se então o processo de criação de um catálogo, contendo as

fontes de dados associadas aos códigos TSN escolhidos. A integração desses dados pode ser validada através da visualização do catálogo de dados contendo os dois códigos TSN. Como resultado, tem-se o mapa apresentado na Figura 46 apresentando os dados do catálogo, sendo 262 registros de *Tursiops truncatus*, representados no mapa em azul, e 398 registros de *Caretta caretta*, em vermelho.

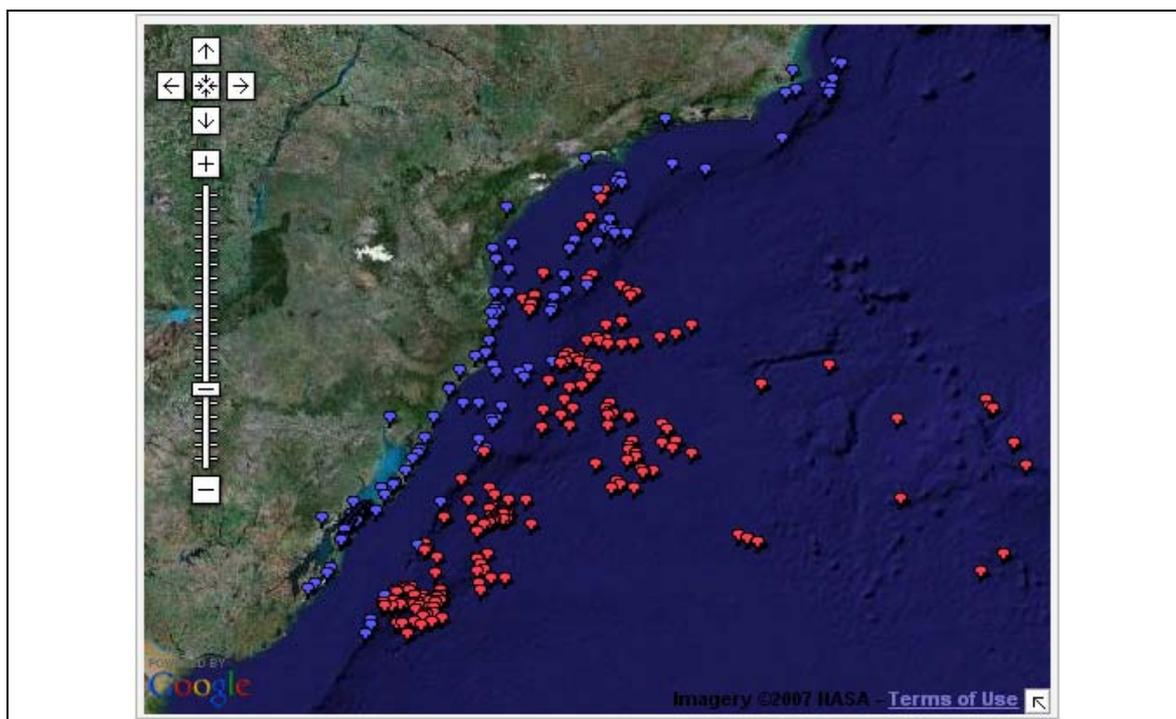


Figura 46. Visualização dos registros de *Caretta caretta* e *Tursiops truncatus* a partir de diferentes fontes de dados.

Os resultados obtidos respondem positivamente as quatro perguntas norteadoras deste Capítulo, pois comprovam a efetiva criação e recuperação de fontes de dados integradas pelo Observatório com uso de *Web Services* geográficos e indexação taxonômica. Neste último quesito, cabe comentar que outros indexadores, que não o TSN, seriam viáveis para esta tarefa. Contudo, os benefícios operacionais que geraram a adoção do ITIS, dada sua importância, encontram-se discutidos em um item específico (4.1.2).

Da mesma forma que a indexação taxonômica, o uso do GML como um documento para transporte dos dados integrados pelo Observatório mostrou-se apropriado, não havendo restrições de visualização via *WebGIS*. A manutenção das origens dos dados, item de preocupação em termos de integridade, foi

eliminada, conforme apresentado no item 4.1.3.

Em termos de teste de desempenho, assumiu-se que a adoção do multiprocessamento (*multithreads*) para recuperar os registros das fontes de dados de modo simultâneo atenderia a demanda de carga para dados geoespaciais. Esta opção é viável. No entanto, devido ao limitado número de servidores WFS no momento disponíveis, não foram realizados testes significativos de desempenho.

A necessidade de se definir um tempo limite de resposta para os processos é essencial, de modo que um eventual problema em um dos processos não interrompa o procedimento de recuperação e integração dos dados. Contudo, tal definição depende dos testes anteriormente descritos.

4.1.2 ITIS como Instrumento de Indexação Taxonômica

A configuração de uma fonte de dados bióticos, destacando a sua posterior integração com outras fontes, não seria possível sem a definição do instrumento de indexação taxonômica. Sem ele, o sistema não teria condições de “conhecer” as espécies existentes nos registros fornecidos pelas fontes de dados, muito menos integrar diversas fontes sobre mesmas espécies em um tema único para visualização no módulo *WebGIS* (Figura 47). Portanto, a sistematização das fontes de dados bióticos constituiu-se em um processo primordial para a modelagem e construção do Observatório. Durante a etapa de fundamentação teórica deste trabalho foram analisadas três possibilidades de uso de sistemas indexadores taxonômicos (item 2.2.2.1): o (a) ITIS, *Integrated Taxonomic Information System*; o (b) *Species 2000* e o (c) uBio, *Universal Biological Indexer and Organizer*.

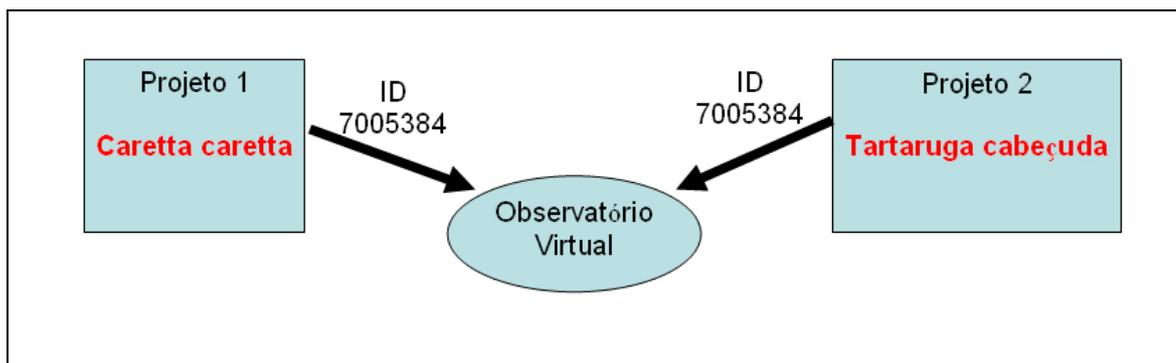


Figura 47. Esquema de indexação das fontes de dados abióticos.

O *Species 2000* foi descartado por empregar o TSN do ITIS, não havendo razões para utilizá-lo em detrimento do ITIS. A escolha se deu em virtude de critérios como “o mais usado” pela comunidade científica internacional, a solidez dos mantenedores, e a disponibilidade e estrutura de acesso aos dados (interoperabilidade). Elementos em que o ITIS se destacou sobre maneira. Outros elementos considerados importantes na escolha do TSN, foi o fato de existirem registros de espécies com nome comum para a língua portuguesa, bem como a participação de uma instituição brasileira relacionada a estudos sobre biodiversidade, como colaboradora do ITIS.

A viabilidade do ITIS como ferramenta para a indexação taxonômica das fontes de dados do Observatório pode ser conferida em duas frentes distintas: (1) a tecnológica, que avalia as questões específicas de implementação e estrutura de TI; e de (2) estrutura e abrangência dos dados taxonômicos a partir dele disponíveis.

4.1.2.1 Tecnologia

A concepção de que o Observatório não deve se comportar como um armazenador de dados, e sim como um integrador, também se faz presente no uso do ITIS. De fato, esta é a definição de um observatório virtual (item 2.2.3.3) que potencializa as funções que ambos buscam desempenhar. Apesar de ser possível realizar o *download* da base de dados do ITIS para utilização *off-line*, optou-se por consultas à base de dados *on-line* durante os processos de indexação taxonômica e visualização dos detalhes taxonômicos de uma espécie

para garantir a utilização do dado mais recente.

A integração com o ITIS, obtida através da recuperação dos dados em formato XML, demonstra a importância do emprego de conceitos atuais em Tecnologia da Informação na construção de sistemas de informação, principalmente sob a perspectiva da interoperabilidade. No entanto, destaca-se a arquitetura básica empregada na construção do *web service* disponibilizado pelo ITIS, baseado em XML³¹ puro (item 3.3.2.1.3) como um aspecto negativo. A utilização pelo ITIS de um *web service* com os componentes de uma arquitetura completa, seguindo, por exemplo, o padrão SOAP, facilitaria a sua adoção como indexador taxonômico por outros sistemas.

Outro aspecto negativo relacionado ao emprego do ITIS é que o seu servidor principal, hospedado nos Estados Unidos, não prevê a possibilidade de geração de consultas em XML. Esta funcionalidade está presente nos servidores do Canadá, México e Brasil. Apesar de não ser um problema propriamente dito, em virtude dos demais servidores, esta possibilidade de consulta no servidor principal lhe conferiria maior credibilidade.

4.1.2.2 Estrutura e abrangência

A classificação proposta pelo ITIS é baseada em uma chave única, aceita pela comunidade taxonômica. O uBio, por sua vez, permite a classificação segundo distintos critérios, estabelecidos por diferentes especialistas. Ou seja, pode existir conflito entre a classificação, motivo que eventualmente poderá gerar inconsistência na integração dos dados. Esta é outra razão para a escolha do ITIS como indexador taxonômico.

Com relação à abrangência, nota-se uma crescente adoção do ITIS como sistema indexador taxonômico, já sendo possível identificar a atuação de países como México, Canadá, além do Brasil.

³¹ O leitor deve considerar que, nesta arquitetura básica, apenas o XML é padronizado. Os demais elementos necessários para uma arquitetura completa de *web service* não são adotados.

4.1.3 Visualização dos Mapas Dinâmicos

A visualização dos temas referentes às fontes de dados bióticos e abióticos ocorre de maneira diferente, devido ao tipo de serviço OGC que empregam (item 2.3.3.2). Para os testes realizados com os temas definidos no Quadro 14, com dados abióticos, o WMS retorna uma imagem, sem os respectivos atributos, como demonstrado na Figura 48. Nela os três temas podem ser visualizados de maneira isolada (A, B e C), ou agrupados em um mesmo mapa (D).

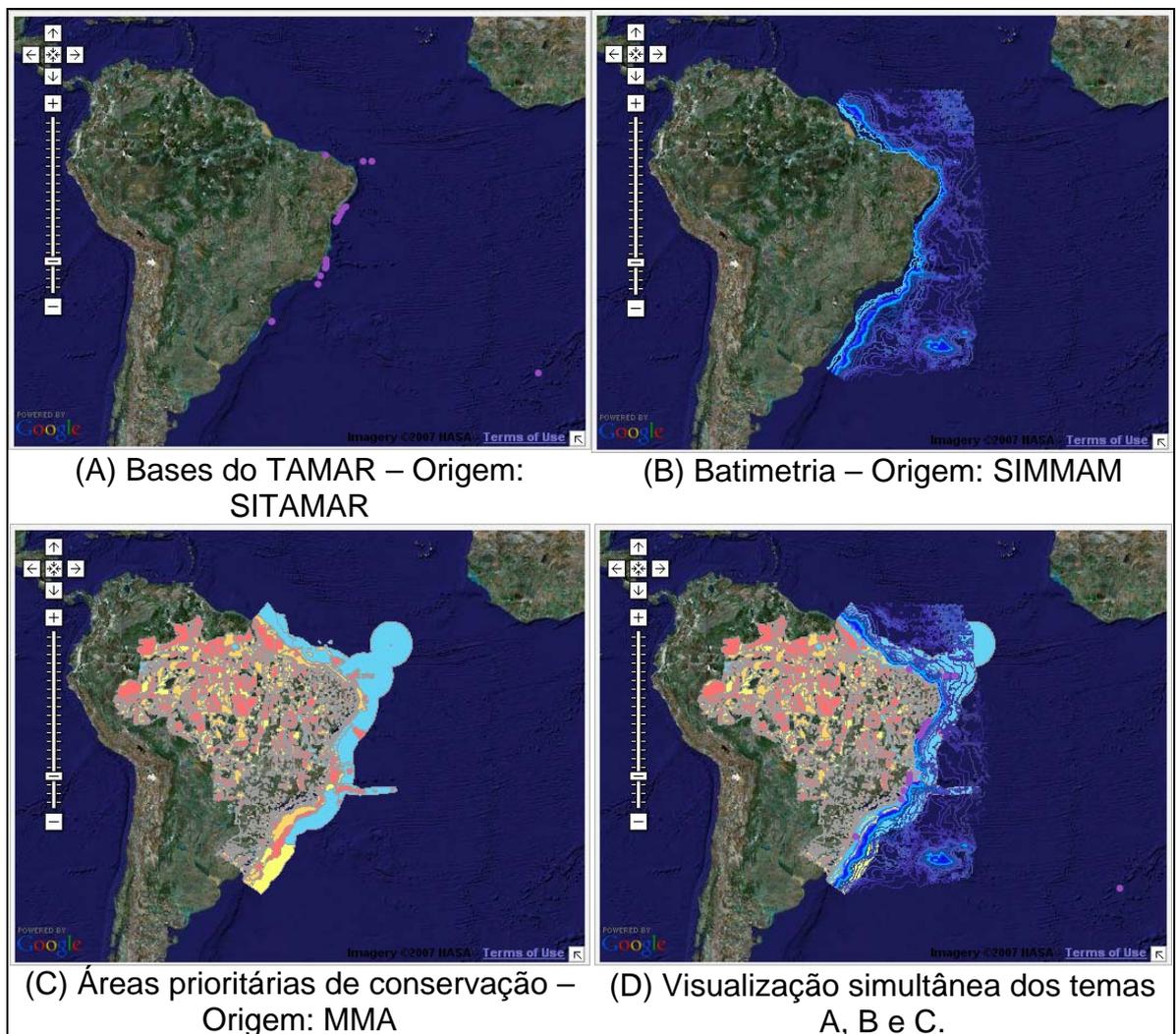


Figura 48. Visualização dos mapas dinâmicos com temas abióticos.

Como pontos negativos relacionados ao uso da API *Google Maps* como *WebGIS*, para serviços WMS, pode-se destacar a falta de suporte a legendas e a impossibilidade de realizar consultas pontuais aos temas abióticos. Problema que

pode ser considerado aceitável em um protótipo, mas que carece de solução em uma versão definitiva do Observatório. De fato, a solução não é difícil de ser implementada, uma vez que a API e sua extensão WMS tem código fonte aberto e bem documentados. Outra solução consiste no uso de outros clientes WMS, como o *MapBuilder*, *Ka-Map* e o *Openlayers*, que já possuem suporte a esta funcionalidade.

Para fontes de dados bióticos, ou seja, WFS, a visualização dos dados integrados ocorre após a recuperação e manipulação do documento GML pela API *Google Maps*. Como o documento GML está associado a um esquema XML (conforme apresentado nos itens 2.3.4 e 3.3.2.4.2), o uso do GML mostra-se não apenas viável, mas pertinente. Isto porque o esquema garante a interpretação dos dados contidos no documento por diferentes sistemas computacionais. Neste caso, deve-se pensar que o Observatório pode atuar como um potencial provedor dos dados integrados. Ainda em relação ao GML, a representação simbólica dos dados é feita a partir dos TSNs nele contido pela API *Google Maps*, sem restrições.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Correspondendo a última etapa do trabalho, em considerações finais são apresentadas as conclusões resultantes da execução do trabalho, confrontando os resultados obtidos com os objetivos traçados. Por fim, são abordadas recomendações para a evolução da linha de pesquisa executada.

5.1 CONCLUSÕES

O protótipo do modelo proposto para o Observatório Virtual sobre a Biodiversidade Marinha no Brasil permitiu a avaliação dos conceitos tecnológicos de interoperabilidade com base em *web services* geográficos, de indexação taxonômica, do uso do GML, e da visualização via *WebGIS* nele empregados. Estes conceitos, após o levantamento bibliográfico, foram considerados essenciais ao processo de integração de dados oriundos de distintas fontes. Característica funcional associada ao modo com que os projetos sob biodiversidade vêm ocorrendo, de forma distribuída.

Os *Web Services* geográficos atenderam plenamente à criação e recuperação das fontes de dados integrados pelo Observatório. No entanto, ainda são incipientes as iniciativas de uso de padrão WFS em sistemas de informação sobre biodiversidade, existindo ainda o problema de aderência aos padrões OGC pelos servidores WFS, como o identificado nos testes com o OBIS-SEAMAP. De qualquer modo, a exemplo dos serviços WMS que a cerca de três anos eram poucos, e hoje constituem a massa significativa dos servidores *WebGIS*, acredita-se que seja apenas uma questão de tempo até que o WFS se consolide. No Brasil, os esforços do Governo Federal para definição de padrões de interoperabilidade para dados geoespaciais apontam nesta direção (BRASIL, 2006d), devendo em breve os padrões WMS e WFS serem oficialmente adotados.

No que concerne ao uso da indexação taxonômica das fontes de dados, entre os prós e contras levantados para o uso do TSN, pesam muito a favor do ITIS os critérios de decisão apresentados no item 4.1.2. Independentemente

desta escolha, a indexação taxonômica das fontes de dados é essencial à integração de dados sobre espécies, sendo difícil, neste estágio de desenvolvimento da bioinformática, achar outra alternativa disponível e viável.

Ao se adotar o WFS como padrão de interoperabilidade de dados bióticos, conseqüentemente se definiu o GML como padrão de transporte dos dados, pois ambos encontram-se intrinsecamente relacionados. Assim, a avaliação da viabilidade de seu emprego recai sobre a sua condição de transporte de dados integrados a partir de diferentes fontes, sem a dissociação de suas origens, e com o devido potencial para prover os elementos necessários para que o cliente *WebGIS* realize a representação simbólica dos temas acessados. Condições plenamente atendidas nos testes realizados.

A luz destas conclusões, é possível afirmar que o modelo ora proposto para o Observatório Virtual sobre a Biodiversidade Marinha no Brasil atende ao objetivo estabelecido para este trabalho, permitindo a integração de dados oriundos de distintas fontes ao usar padrões OGC (WMS, WFS e GML) de interoperabilidade, e a indexação taxonômica baseado no código TSN fornecido pelo ITIS.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Considerando que o foco do trabalho foi a interoperabilidade de sistemas e o mecanismo de indexação para dados de distintas fontes, deixou-se de incluir no modelo elementos considerados importantes para a efetiva utilização do Observatório. Dentre eles destacam-se:

- Adoção de um padrão para metadados, como por exemplo, o FGDC;
- Apesar da adoção do TSN, é desejável que o Observatório possa trabalhar com vários indexadores simultaneamente, ampliando assim o leque de potenciais fontes de dados sobre biodiversidade. Contudo, muito cuidado deve ser dado a este aspecto, uma vez que deve-se primar pela consistência na integração dos dados de distintas fontes.

Em termos de funcionalidades, considera-se para uma versão totalmente operacional do sistema, o desenvolvimento de ferramentas de análises estatísticas, geração de gráficos, análises geoespaciais avançadas, simulação de distribuição de espécies, *data mining*, bem como de colaboração entre usuários, como *Fóruns* e *Chats*.

Uma potencial contribuição para o estabelecimento de uma rede de colaboradores consiste na modelagem e implementação de ferramentas *open source*, e baseadas em padrões OGC, que permitam a fácil implantação de sistemas de informação para projetos de pequeno e médio porte, que usualmente não possuem recursos para tal. Esta solução pode ser trabalhada tanto sob a perspectiva de implantação do sistema em um servidor próprio, de cada projeto, ou ainda em repositórios públicos, como indicado no modelo (Figura 19).

Finalmente, recomenda-se a adoção dos padrões OGC de interoperabilidade pelos projetos com potencial de se tornarem fontes de dados sobre biodiversidade. Esta é uma condição que pode ser implantada pelas políticas de fomento aos estudos sobre biodiversidade e conservação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, K. D. **Typologies and Taxonomies: an Introduction to Classification Techniques**. Thousand Oaks, CL: Sage Publications, 1994. ISBN 0-80395259-7.

BARRETO, A. S.; MORAES, C. G.; SPERB, R. M. **Using GIS to manage cetacean strandings**. In: 8th International Coastal Symposium, 2004, Itapema.

BASKERVILLE, R.; DEGROSS, J. I.; STAGE, J. **International Working Conference on Organizational and Social Perspectives on Information Technology**: IFIP TC8 WG8.2. Aalborg, Denmark: Kluwer, 2000.

BAYDACK, R. K.; CAMPA III, H.; HAUFLE, J. B. **Practical Approaches to the Conservation of Biological Diversity**. Washington, DC: Island Press, 1999. ISBN 1-55963-543-6.

BEAL, A.. **Gestão Estratégica da Informação**: como transformar a informação e a tecnologia da informação em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações. São Paulo: Atlas, 2004.

BERENDSOHN, W. G.: **The concept of "potential taxa" in databases**. – Taxon 44: 207-212. 1995. – ISSN 0040-0262.

BICUDO, C. E. de M. **Editorial**: Taxonomia. Biota Neotropica, 2004. V4 N1. ISSN 1676-0603

BISBY, F. A. **The Quiet Revolution**: Biodiversity Informatics and the Internet. Science, 2000. Vol 289 p2309-2312

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON I. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 2005. ISBN 0-32-126797-4

BRASIL. Decreto nº 4.703, de 21 de maio de 2003. Dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 22 mai. 2003. p. 2.

_____. Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 29 de setembro de 2006. Estabelece as diretrizes para a elaboração da condução do Programa Nacional de Observadores de Bordo da Frota Pesqueira – PROBORDO, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 11 de out. 2006a. ISSN 1677-7042

_____. Instrução Normativa Interministerial nº 2, de 4 de setembro de 2006. Institui o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS para fins de monitoramento, gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira permissionada pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República -SEAP/PR. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 15 de set. 2006b. p. 7 – 14.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa REVIZEE**: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da zona econômica exclusiva: relatório executivo / MMA, Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília: MMA, 2006c. 280p. ISBN 85-7738-027-0

_____. Comitê Executivo de Governo Eletrônico. **E-PING**: Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico: Documento de Referência, v. 2. Brasília, 2006d. 71p.

CABRAL, R. B.; SPERB R. M.; WAHRLICH, R.; ALVES, A. G. **Sistemas de Informação em Gestão Ambiental**: Um caso aplicado a gestão de recursos pesqueiros. In: II Congresso Brasileiro de Computação, 2002, Itajaí.

CABRAL, R. B.; SPERB, R. M.; TRIPODI, R. Z.; WAHRLICH, R.; SOUZA, J. **RASTRO: Internet based tracking system for fisheries control**. In: 8th International Coastal Symposium, 2004, Itapema.

CANTOR, M. R. **Object-Oriented Project Management with UML**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

CARMICHAEL, A. (Ed.). **Object development methods**. Nova Iorque: SIGS Books, 1994.

CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROS, G. R. **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba, PR: MundoGEO, 2005.

CASTELÕES, L. **O desafio de identificar a biodiversidade marinha**. [S.l]: ComCiência – Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/litoral/lit02.shtml>> Acesso em: 10 abr. 2005.

CDB. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Disponível em: <<http://www.cdb.gov.br/>> Acesso em: 28 abr. 2006.

CERAMI, E. **Web Services Essenciais**. Sebastopol, Califórnia: O'Reilly & Associates, 2002. ISBN 0-596-00224-6

CLARK, J. R. **Coastal Zone Management Handbook**. Boca Raton, FL: Lewis

Publishers, 1995. ISBN 1-56670-092-2.

COSTA, C. M. **Viabilidade de acesso público a informações geográficas por meio de metadados espaciais em sistemas de código aberto**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

CRANE, Dave; PASCARELLO, E; JAMES, D. **Ajax in Action**. Manning Publications Co., 2006. ISBN 1-932394-61-3. E-book.

DICKSON, B.; COONEY, R.. **Biodiversity and the Precautionary Principle: Risk, Uncertainty and Practice in Conservation and Sustainable Use**. London, UK: Earthscan Publications Limited, 2006. ISBN-13 978-84407-277-4.

DUBOIS, A. **The relationships between taxonomy and conservation biology in the century of extinctions**. Paris, France: Académie de Sciences, 2003. p. S9 – S21.

FERNANDES, I.; BRUSH, A.. **Workshop sobre Observatórios Virtuais**. Laboratório Nacional de Astrofísica, 2005. São José dos Campos, SP.

FGDC. Federal Geographic Data Committee. **Content Standard for Digital Geospatial Metadata Workbook** (revised Jun 1998). Washington, D.C.: Federal Geographic Data Committee, 1998. Disponível em: <http://www.fgdc.gov/standards/standards_publications/>. Acesso em: 15 jan. 2007.

FINNSETH, A.; JÖKULSSON, G. **A Software System for Large Dynamic Maps based on Networked Geographical Databases**. [s.n], 2004. Disponível em: <<http://www.nlh.no/conf/scangis2001/papers/26.pdf>> Acesso em: 18 nov. 2004.

FONSECA, F. T. **The Global Biodiversity Information Facility: Aspectos Técnicos da Participação do Brasil**. 2001. Relatório Técnico – Ministério da Ciência e Tecnologia/Instituto Nacional de Pesquisas Especiais, São José dos Campos, SP.

FREEMAN, E.; FREEMAN, E.; SIERRA, K.; BATES B. **Head First Design Patterns**. Sebastopol, Califórnia: O'Reilly & Associates, 2004. ISBN 0-596-00712-4

FURTADO, M. B. J. **XML: extensible markup language**. Rio de Janeiro: [s.n], 2000. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/00_1/miguel/>. Acesso em: 02 jun. 2005.

GOMES, Josir C. **Utilização da Arquitetura de Web Services no Desenvolvimento de Sistemas de Informação em Micro e Pequenas**

Empresas. Dissertação de Mestrado. IBMEC/RJ. Rio de Janeiro, 2005.

GOMOOS. Gulf of Maine Ocean Observing System. Disponível em: <<http://www.gomoos.org>> acessado em 03 jun. 2007.

GRAHAM, J.; *et al.* **A global organism detection and monitoring system for non-native species.** Science Magazine, 2007. doi:10.1016/j.ecoinf.2007.03.006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 01 jun. 2007.

HALPERN, M.; COUGIAS, D. J. **The Language of Compliance: A Glossary of Terms, Acronyms, and Extended Definitions.** Locanto, FL: Schaser-Vartan Books, 2006. ISBN0-9729039-5X.

HILTON, B. N. **Emerging Spatial Information Systems and Applications.** Hershey, PA: Idea Group Publishing, 2007. ISBN 1-59904-077-8

HUNTER, J.; CRAWFORD, W. **JAVA Servlet Programming.** 2. ed. Sebastopol, Califórnia: O'Reilly & Associates, 2001. ISBN 0-596-00040-5.

ISO, J. N.; SORIA, J. Z.; MEDRANO, P. R. M. **Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures: Resources, Interoperability and Information Retrieval.** Zaragoza, Spain: University of Zaragoza, 2005. ISBN-13 978-3-540-24464-6

ITIS. **Integrated Taxonomic Information System.** Disponível em: <<http://www.itis.gov>> acessado em 13 fev. 2007.

JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R. **Vetores de virtualização da indústria da construção: A integração da informação como elemento fundamental ao uso de TI.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 9., 2002, Foz do Iguaçu, PR.

JEFFRIES, M. J. **Biodiversity and Conservation.** New York, NY: Routledge, 2006. ISBN-13 9-78-0-415-34299-5.

JORDAN, D.; RUSSEL, C. **Java Data Objects.** Sebastopol, Califórnia: O'Reilly & Associates, 2003.

JORDAN, M. **A comparative study of persistence mechanisms for the Java platform.** Mountain View, Califórnia: Sun Microsystems Laboratories, 2004. Disponível em <http://research.sun.com/techrep/2004/smlr_tr-2004-136.pdf> . Acesso em 03 mar. 2005.

KAYE, D. **Loosely coupled: the missing pieces of Web services.** California: RDS

Press, 2003.

KHAN, M. T. H.; ATHER, A. **Lead Molecules From Natural Products: Discovery and New Trends**. Oxford, UK: Elsevier, 2006. ISBN-13 978-0-444-51619-0.

KRESSE, W.; FADAIE, K. **ISO Standards for Geographic Information**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004. ISBN-10 3-540-20130-0

KRISHNAMURTHY, K. V. **Text Book of Biodiversity**. Enfield, New Hampshire: Science Publishers, 2003. ISBN 1-57808-325-7.

LIMA, P.; CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. **GeoBR: Intercâmbio Sintático e Semântico de Dados Espaciais**. In: Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 4., 2002, Caxambu.

LIU, K. **Semiotics in Information Systems Engineering**. Madrid, Spain: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0-52159335-2.

MAGUIRE, D. J.; LONGLEY, P. A. **The emergence of geoportals and their role in spatial infrastructures**. Science Direct – Computers, Environment and Urban Systems, 2005. v. 20. p. 3-14.

MARCOVALDI, M. Â.; GALLO, B. M. G.; LIMA, E. H. S. M., GODFREY, M. H. Nem tudo que cai na rede é peixe: An environmental education initiative to reduce mortality of marine turtles caught in artisanal fishing nets in Brazil. Ocean Yearbook, 2000.

MBL. Marine Biological Laboratory, Biological Discovery in Woods Hole. Disponível em: <<http://www.mbl.edu>> Acesso em: 12 fev. 2007.

MCNEELY, J. A. The role of taxonomy in conserving biodiversity. Journal for Nature Conservation, 2002. v. 10. p. 145-153.

MITCHELL, T. **Web Mapping Illustrated**. Sebastopol, Califórnia: O'Reilly & Associates, 2005. ISBN 0-596-00865-1

MITRA, S.; PEDRYCZ, W. **Special Issue on bioinformatics**. Science Magazine, 2006. p. 2265-2266. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 03 out. 2006.

MODRO, N. R. **Gestão do conhecimento & governo eletrônico: uma visão sistêmica para o observatório sobre drogas**. Tese de doutorado. UFSC.

Florianópolis, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Understanding Marine Biodiversity. A research Agenda for the Nation.** Committee on Biological Diversity in Marine Systems. Washington: National Academy Press, 1995

OGC. **Open Geospatial Consortium.** Disponível em <<http://www.opengeospatial.org>> Acesso em: 03 mar. 2006.

ON. **Observatório Nacional:** Histórico Institucional. Disponível em: <<http://www.on.br/institucional/portuguese/historico.html>> Acesso em: 19 jun. 2005.

OXFORD. **Concise Science Dictionary.** New York, US: Oxford University Press, 1991. ISBN 0-19-866167-3

PEARCE, D.; MORAM, D. **The Economic Value of Biodiversity.** London, UK: Earthscan Publications Limited, 1994. ISBN 1-85383-195-6.

PERKINS, J. **PostgreSQL, A Better Way to Manage Data With PostgreSQL.** Indianápolis, Indiana: Premier Press, 2001. ISBN 1-931841-42-X

PRIMACK, R. B. **A Primer of Conservation Biology.** Sunderland: Sinauer Associates Inc., 1995.

RANA, S.; SHARMA, J. (edt). **Frontiers of Geographic Information Technology.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. ISBN-10 3-540-25685-7

RAPINI, A. **Modernizando a Taxonomia.** Biota Neotropica, 2004. V4 N1. ISSN 1676-0603

READ, A.; HALPIN, P.; CROWDER, L.; BEST, B.; COYNE, M.; FREEMAN, S.; FUJIOKA, E.; HYRENBACH, D.; SPOERRI, C. **OBIS-SEAMAP:** mapping marine megavertebrates. in: GMBIS Mega-vertebrate meeting. Abril, 2004.

ROSS, R. G. **Principles of the Business Rule Approach.** Addison-Wesley Information Technology Series, 2003. ISBN 0-201-78893-4

SCACH, S. R. **Object Oriented and Classical Software Engineering. 6. ed.** New York, NY: McGraw-Hill, 2005. ISBN 0-07-286551-2

SCHALK, P. H. **Management of marine natural resources through by biodiversity informatics.** Great Britain: Elsevier Science, Ltd, 1998. v. 22. p. 269-

280.

SCHNASE, J. L.; CUSHING, J.; FRAME, M.; FRONDORF, A.; LANDIS, E.; MAIER, D.; SILBERSCHATS, A. **Information technology challenges of biodiversity and ecosystems informatics**. Great Britain: Elsevier Science, Ltd, 2003.

SINGH, G. **Plant Systematics**: an integrated approach. Enfield, New Hampshire: Science Publishers, Inc, 2004. ISBN 1-57808-3427

SNELL, J.; TIDWELL, D.; KULCHENKO, P. **Programming Web Services with SOAP**. Sebastopol, Califórnia: O'Reilly & Associates, 2002. ISBN 0-596-00095-2

SPECIES 2000. **Species 2000 and ITIS Catalogue of Life**. Disponível em <<http://www.sp2000.org>> Acesso em: 15 mar. 2007.

SPIELMAN, S. **The Struts Framework**. San Francisco, Califórnia: Morgan Kaufmann Pulishers, 2002. ISBN 1-55860-862-1.

THORNE-MILLER, B. **The Living Ocean**: Understanding and Protecting Marine Biodiversity. Washington, DC: Island Press, 1999. ISBN 1-55963-677-7.

THURASINGHAM, B. M. **Data management systems**: evolution and interoperation. Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, 2000. ISBN 0-8493-9493-7

TKACH, D.; FANG, W.; SO, A. **Visual modeling technique**: Object technology using visual programming. Menlo Park, Califórnia: Addison-Wesley, 1996.

UBIO. **Universal Biological Indexer and Organizer**. Disponível em: <<http://www.ubio.org>> Acesso em: 12 fev. 2007.

VECCHIONE, M.; MICKEVISH, M. F.; FAUCHALD, K.; COLLETTE, B.B.; WILLIAMS, A. B.; MUNROE, T. A.; YOUNG, R. E. **Importance of assessing taxonomic adequacy in determining fishing effects on marine biodiversity**. ICES Journal of Marine Science (2000), doi:10.1006/jmsc.2000.0707

W3C. **World Wide Web Consortium**. Disponível em: <<http://www.w3.org>> Acesso em: 25 abr. 2006.

YUAN, X. **Interoperability of heterogeneous geographic information processing environment for Internet GIS**. Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping, 1998.

ZHANG, Y; GRASSLE, J. F. **A portal for the Ocean Biogeographic Information**

System. Science Magazine, 2003. p. 193-197. Disponível em:
<<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 15 ago. 2007.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Observatório Brasileiro Sobre Biodiversidade Marinha no Brasil

Documento de Modelagem do Sistema

Versão 1.0

Julho / 2007

Cadastra fonte de dados

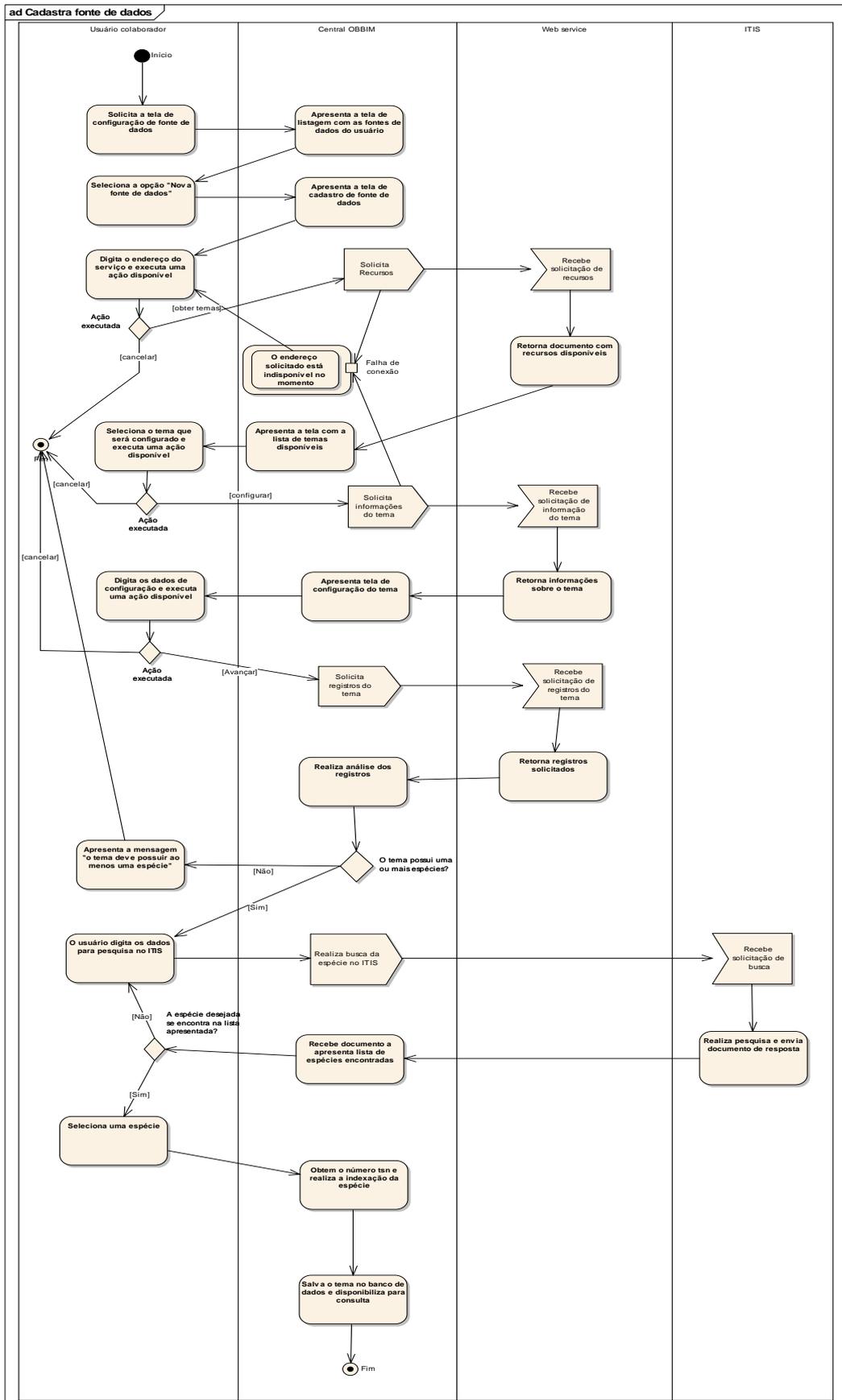


Figura 1. Cadastra fonte de dados

Apresenta a mensagem "o tema deve possuir ao menos uma espécie"

ControlFlow

- O tema possui uma ou mais espécies?
- Apresenta a mensagem "o tema deve possuir ao menos uma espécie"
- Apresenta a mensagem "o tema deve possuir ao menos uma espécie"
- Fim

Apresenta a tela com a lista de temas disponíveis

ControlFlow

- Retorna documento com recursos disponíveis
- Apresenta a tela com a lista de temas disponíveis
- Apresenta a tela com a lista de temas disponíveis
- Seleciona o tema que será configurado e executa uma ação disponível

Apresenta a tela de cadastro de fonte de dados

ControlFlow

- Seleciona a opção "Nova fonte de dados"
- Apresenta a tela de cadastro de fonte de dados
- Apresenta a tela de cadastro de fonte de dados
- Digita o endereço do serviço e executa uma ação disponível

Apresenta a tela de listagem com as fontes de dados do usuário

ControlFlow

- Solicita a tela de configuração de fonte de dados
- Apresenta a tela de listagem com as fontes de dados do usuário
- Apresenta a tela de listagem com as fontes de dados do usuário
- Seleciona a opção "Nova fonte de dados"

Apresenta tela de configuração do tema

ControlFlow

ControlFlow

- Retorna informações sobre o tema
- Apresenta tela de configuração do tema
- Digita os dados de configuração e executa uma ação disponível

Digita o endereço do serviço e executa uma ação disponível

protocolo
endereço
recurso
porta

ControlFlow

- O endereço solicitado está indisponível no momento
- Digita o endereço do serviço e executa uma ação disponível
- Apresenta a tela de cadastro de fonte de dados
- Digita o endereço do serviço e executa uma ação disponível
- Digita o endereço do serviço e executa uma ação disponível
- Ação executada

Digita os dados de configuração e executa uma ação disponível

seleciona campo espécie
seleciona campo data

ControlFlow

- Digita os dados de configuração e executa uma ação disponível
- Ação executada
- Apresenta tela de configuração do tema
- Digita os dados de configuração e executa uma ação disponível

O usuário digita os dados para pesquisa no ITIS

A partir deste momento, estes procedimentos são realizados para cada espécie encontrada.

ControlFlow

- O tema possui uma ou mais espécies?
- O usuário digita os dados para pesquisa no ITIS
- A espécie desejada se encontra na lista apresentada?
- O usuário digita os dados para pesquisa no ITIS
- O usuário digita os dados para pesquisa no ITIS
- Realiza busca da espécie no ITIS

Obtem o número tsn e realiza a indexação da espécie

ControlFlow

- Selecciona uma espécie
- Obtem o número tsn e realiza a indexação da espécie
- Obtem o número tsn e realiza a indexação da espécie
- Salva o tema no banco de dados e disponibiliza para consulta

Realiza análise dos registros

ControlFlow

- Retorna registros solicitados
- Realiza análise dos registros
- Realiza análise dos registros
- O tema possui uma ou mais espécies?

Realiza pesquisa e envia documento de resposta

ControlFlow

- Realiza pesquisa e envia documento de resposta
- Recebe solicitação de busca
- Recebe documento a apresenta lista de espécies encontradas
- Realiza pesquisa e envia documento de resposta

Recebe documento a apresenta lista de espécies encontradas

ControlFlow

- Realiza pesquisa e envia documento de resposta
- Recebe documento a apresenta lista de espécies encontradas
- Recebe documento a apresenta lista de espécies encontradas
- A espécie desejada se encontra na lista apresentada?

Retorna documento com recursos disponíveis documento XML denominado WFS_Capabilities

ControlFlow

- Recebe solicitação de recursos
- Retorna documento com recursos disponíveis

ControlFlow

- Retorna documento com recursos disponíveis
- Apresenta a tela com a lista de temas disponíveis

Retorna informações sobre o tema

ControlFlow

- Retorna informações sobre o tema
- Recebe solicitação de informação do tema
- Apresenta tela de configuração do tema
- Retorna informações sobre o tema

Retorna registros solicitados

Object Flow

- Recebe solicitação de registros do tema
- Retorna registros solicitados
- Retorna registros solicitados
- Realiza análise dos registros

Salva o tema no banco de dados e disponibiliza para consulta

ControlFlow

- Obtem o número tsn e realiza a indexação da espécie
- Salva o tema no banco de dados e disponibiliza para consulta
- Salva o tema no banco de dados e disponibiliza para consulta
- Fim

Seleciona a opção "Nova fonte de dados"

ControlFlow

- Apresenta a tela de listagem com as fontes de dados do usuário
- Seleciona a opção "Nova fonte de dados"
- Seleciona a opção "Nova fonte de dados"
- Apresenta a tela de cadastro de fonte de dados

Seleciona o tema que será configurado e executa uma ação disponível

ControlFlow

- Apresenta a tela com a lista de temas disponíveis
- Seleciona o tema que será configurado e executa uma ação disponível
- Seleciona o tema que será configurado e executa uma ação disponível
- Ação executada

Seleciona uma espécie

ControlFlow

- A espécie desejada se encontra na lista apresentada?
- Seleciona uma espécie
- Seleciona uma espécie
- Obtem o número tsn e realiza a indexação da espécie

Solicita a tela de configuração de fonte de dados

ControlFlow

- Início
- Solicita a tela de configuração de fonte de dados
- Solicita a tela de configuração de fonte de dados
- Apresenta a tela de listagem com as fontes de dados do usuário

Requisitos

cd Requisitos

1.2.1 Requisitos funcionais

- ▣ + RF 01 - O sistema deve permitir o cadastro de usuários
- ▣ + RF 02 - O usuário do sistema deve estar associado aos níveis: Administrador, Colaborador ou Usuário;
- ▣ + RF 03 - O usuário do sistema pode estar associado a uma instituição de pesquisa/ensino;
- ▣ + RF 04 - O sistema deve permitir o cadastro de instituições de pesquisa/ensino;
- ▣ + RF 05 - O sistema deve permitir aos usuários colaboradores o cadastro de fontes de dados bióticos;
- ▣ + RF 06 - O sistema deve permitir aos colaboradores o cadastro de fontes de dados abióticos;
- ▣ + RF 07 - O sistema deve permitir a pesquisa por dados de espécies configuradas nas fontes de dados;
- ▣ + RF 08 - O sistema deve permitir a criação de catálogos a partir da pesquisa por espécies;
- ▣ + RF 09 - O sistema deve permitir a visualização de dados abióticos através de mapas dinâmicos;
- ▣ + RF 10 - O sistema deve permitir a visualização dos catálogos de dados bióticos através de mapas dinâmicos;
- ▣ + RF 11 - O sistema deve permitir a indexação taxonômica das fontes de dados bióticas;
- ▣ + RF 12 - O sistema deve permitir o compartilhamento dos catálogos criados pelos usuários;
- ▣ + RF 13 - O sistema deve permitir o cadastro e visualização de notícias;

1.2.2 Requisitos não funcionais

- ▣ + RNF 05 - A interface web do sistema deve estar em conformidade com o padrão W3C;
- ▣ + RNF 06 - O sistema deve integrar-se a outros sistemas externos utilizando os web services especificados pela OGC;
- ▣ + RNF 07 - A indexação taxonômica das fontes de dados bióticas deverão ser realizadas utilizando o catálogo on-line de espécies mantido pelo ITIS;
- ▣ + RNF 01 - O sistema deverá bloquear acessos não autorizados
- ▣ + RNF 02 - As senhas de acesso deverão ser armazenadas no banco de dados de forma criptografada
- ▣ + RNF 03 - O sistema deverá permitir diferentes níveis de acesso
- ▣ + RNF 04 - Um usuário pode ter acessos simultâneos ao sistema.

Figura 2. Requisitos

1.2.1 Requisitos funcionais

cd 1.2.1 Requisitos funcionais
RF 01 - O sistema deve permitir o cadastro de usuários
RF 02 - O usuário do sistema deve estar associado aos níveis: Administrador, Colaborador ou Usuário;
RF 03 - O usuário do sistema pode estar associado a uma instituição de pesquisa/ensino;
RF 04 - O sistema deve permitir o cadastro de instituições de pesquisa/ensino;
RF 05 - O sistema deve permitir aos usuários colaboradores o cadastro de fontes de dados bióticos;
RF 06 - O sistema deve permitir aos colaboradores o cadastro de fontes de dados abióticos;
RF 07 - O sistema deve permitir a pesquisa por dados de espécies configuradas nas fontes de dados;
RF 08 - O sistema deve permitir a criação de catálogos a partir da pesquisa por espécies;
RF 09 - O sistema deve permitir a visualização de dados abióticos através de mapas dinâmicos;
RF 10 - O sistema deve permitir a visualização dos catálogos de dados bióticos através de mapas dinâmicos;
RF 11 - O sistema deve permitir a indexação taxonômica das fontes de dados bióticas;
RF 12 - O sistema deve permitir o compartilhamento dos catálogos criados pelos usuários;
RF 13 - O sistema deve permitir o cadastro e visualização de notícias;

Figura 3. 1.2.1 Requisitos funcionais

RF 01 - O sistema deve permitir o cadastro de usuários

RF 02 - O usuário do sistema deve estar associado aos níveis: Administrador, Colaborador ou Usuário;

RF 03 - O usuário do sistema pode estar associado a uma instituição de pesquisa/ensino;

RF 04 - O sistema deve permitir o cadastro de instituições de pesquisa/ensino;

RF 05 - O sistema deve permitir aos usuários colaboradores o cadastro de fontes de dados bióticos;

RF 06 - O sistema deve permitir aos colaboradores o cadastro de fontes de dados

abióticos;

RF 07 - O sistema deve permitir a pesquisa por dados de espécies configuradas nas fontes de dados;

RF 08 - O sistema deve permitir a criação de catálogos a partir da pesquisa por espécies;

RF 09 - O sistema deve permitir a visualização de dados abióticos através de mapas dinâmicos;

RF 10 - O sistema deve permitir a visualização dos catálogos de dados bióticos através de mapas dinâmicos;

RF 11 - O sistema deve permitir a indexação taxonômica das fontes de dados bióticas;

RF 12 - O sistema deve permitir o compartilhamento dos catálogos criados pelos usuários;

RF 13 - O sistema deve permitir o cadastro e visualização de notícias;

Requisitos não funcionais

cd Requisitos não funcionais
RNF 01 - O sistema deverá bloquear acessos não autorizados
RNF 02 - As senhas de acesso deverão ser armazenadas no banco de dados de forma criptografada
RNF 03 - O sistema deverá permitir diferentes níveis de acesso
RNF 04 - Um usuário pode ter acessos simultâneos ao sistema.
RNF 05 - A interface web do sistema deve estar em conformidade com o padrão W3C;
RNF 06 - O sistema deve integrar-se a outros sistemas externos utilizando os web services especificados pela OGC;
RNF 07 - A indexação taxonômica das fontes de dados bióticas deverão ser realizadas utilizando o catálogo on-line de espécies mantido pelo ITIS;

Figura 4. Requisitos não funcionais

RNF 01 - O sistema deverá bloquear acessos não autorizados

RNF 02 - As senhas de acesso deverão ser armazenadas no banco de dados de forma criptografada

RNF 03 - O sistema deverá permitir diferentes níveis de acesso

RNF 04 - Um usuário pode ter acessos simultâneos ao sistema.

RNF 05 - A interface web do sistema deve estar em conformidade com o padrão W3C;

RNF 06 - O sistema deve integrar-se a outros sistemas externos utilizando os web services especificados pela OGC;

RNF 07 - A indexação taxonômica das fontes de dados bióticas deverão ser realizadas utilizando o catálogo on-line de espécies mantido pelo ITIS;

Regras de negócio

cd Regras de negócio
RN 01 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados abióticos deverá ser realizada utilizando o web service OGC WMS;
RN 02 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados bióticos deverá ser realizada utilizando os web services OGC WMS e WFS;
RN03 - A geometria para uma fonte de dados biótica deverá ser do tipo ponto;
RN 04 - A criação de um usuário do tipo colaborador deverá ser confirmada pelo administrador do sistema;
RN 05 - O usuário público deverá ter seu cadastro aceito automaticamente;
RN 06 - Somente usuários do tipo colaborador podem adicionar notícias;
RN 07. Uma notícia deve ter uma data inicial e final e só ficará disponível neste período.

Figura 5. Regras de negócio

RN 01 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados abióticos deverá ser realizada utilizando o web service OGC WMS;

RN 02 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados bióticos deverá ser realizada utilizando os web services OGC WMS e WFS;

RN 04 - A criação de um usuário do tipo colaborador deverá ser confirmada pelo administrador do sistema;

RN 05 - O usuário público deverá ter seu cadastro aceito automaticamente;

RN 06 - Somente usuários do tipo colaborador podem adicionar notícias;

RN 07. Uma notícia deve ter uma data inicial e final e só ficará disponível neste período.

RN03 - A geometria para uma fonte de dados biótica deverá ser do tipo ponto;

Modelo de caso de uso - Visão Geral

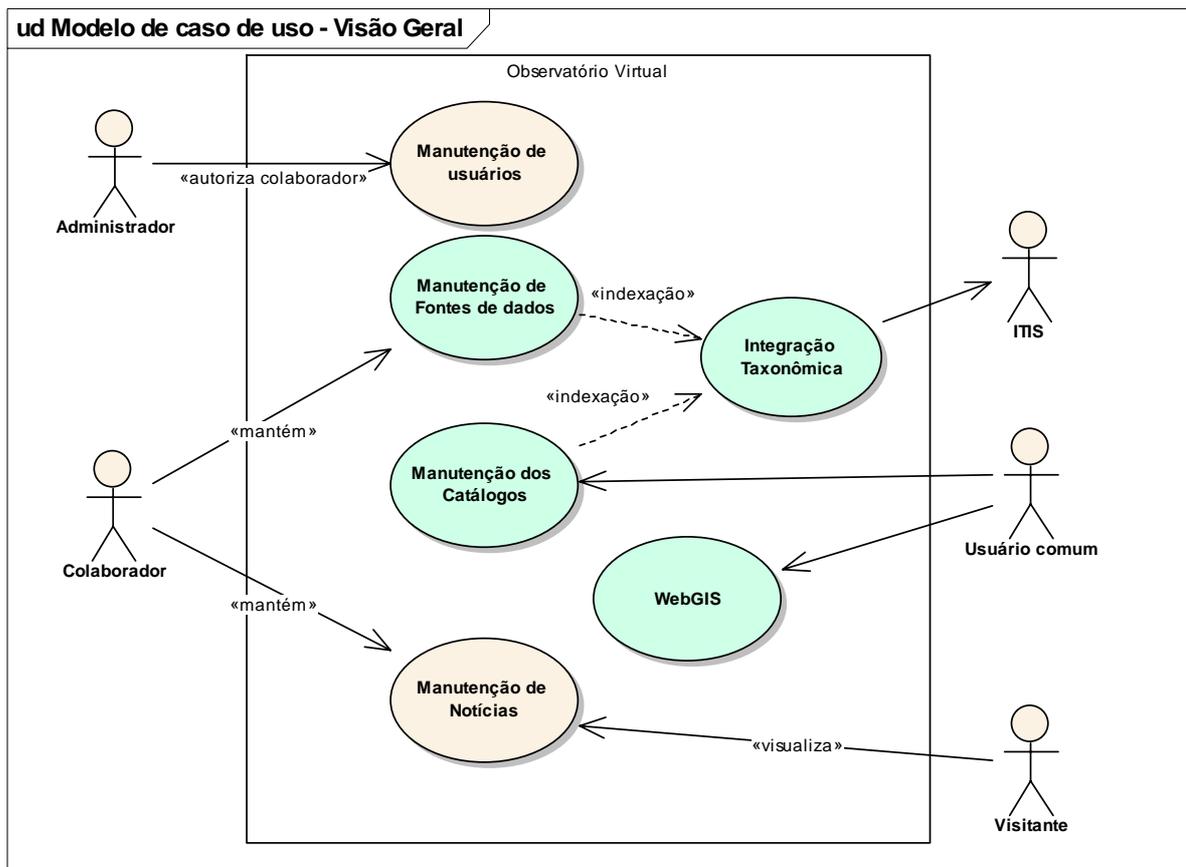


Figura 6. Modelo de caso de uso - Visão Geral

Integração Taxonômica

UseCase

- Manutenção de Fontes de dados
- Integração Taxonômica
- Manutenção dos Catálogos
- Integração Taxonômica
- Integração Taxonômica
- ITIS

Manutenção de Fontes de dados

Configuração das fontes de dados bióticas e abióticas externas através de servidores OGC WMS/WFS.

Association

- Colaborador
- Manutenção de Fontes de dados
- Manutenção de Fontes de dados
- Integração Taxonômica

Manutenção de Notícias

Este módulo permite a divulgação de notícias no Observatório.

Association

- Visitante
- Colaborador
- Manutenção de Notícias
- Manutenção de Notícias

Manutenção de usuários

Association

- Administrador
- Manutenção de usuários

Manutenção dos Catálogos

Através do Catálogo, o usuário poderá realizar pesquisas sobre espécies nas fontes de dados e visualizá-las no WebGIS. Um Catálogo poderá ser salvo e também compartilhado com outros usuários.

Association

- Usuário comum
- Manutenção dos Catálogos
- Manutenção dos Catálogos
- Integração Taxonômica

WebGIS

O módulo WebGIS permite a um usuário visualizar as fontes de dados através de mapas dinâmicos.

Association

- Usuário comum
- WebGIS

2.1.1 Manutenção de usuários

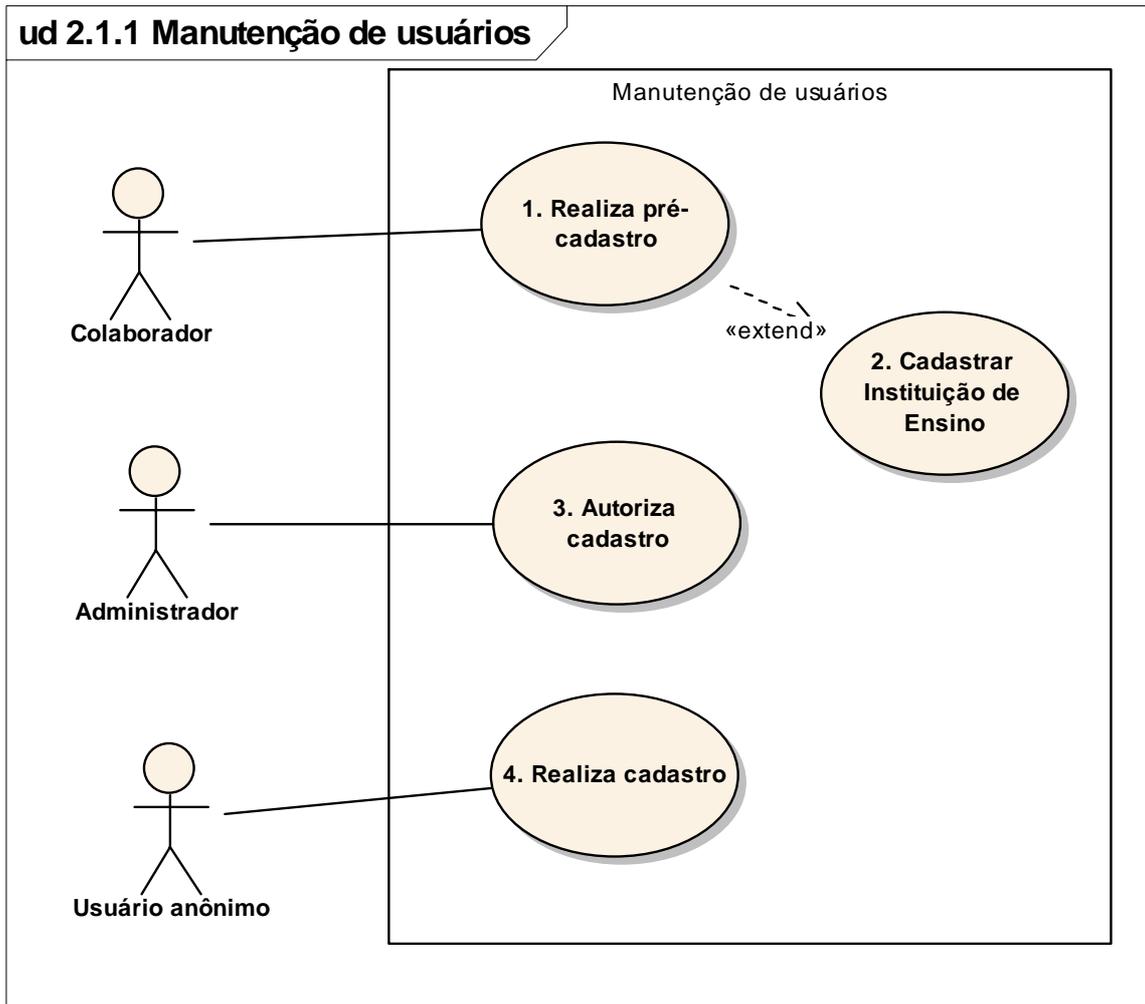


Figura 7. 2.1.1 Manutenção de usuários

1. Realiza pré-cadastro

O objetivo deste caso de uso é permitir que um usuário anônimo realize um pré-cadastro como colaborador solicitando a autorização ou não pelo administrador do sistema.

Requisitos associados:

- RF 01 - O sistema deve permitir o cadastro de usuários
- RF 02 - O usuário do sistema deve estar associado aos níveis: Administrador, Colaborador ou Usuário;
- RN 04 - A criação de um usuário do tipo colaborador deverá ser confirmada pelo administrador do sistema;

Association

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| • Colaborador | • 1. Realiza pré-cadastro |
| • 1. Realiza pré-cadastro | • 2. Cadastrar Instituição de Ensino |

Cenários:

1.1 Pré-cadastro - { Principal }

O usuário deve definir o tipo como Colaborador. Após isso o sistema habilita a opção para

Cenários:

selecionar uma Instituição de ensino.

O usuário insere os dados: nome, login, e-mail, senha, redigitação de senha e instituição.

Caso não exista a instituição desejada na lista, o usuário poderá cadastrar uma nova (cenário 2.1).

Após a digitação dos dados e se nenhuma exceção ocorreu, o sistema armazena a solicitação de pré-cadastro no banco.

1.2 Login já existente - { Exceção }

Se o usuário digitar um login que já exista na base de dados, o sistema deverá retornar uma mensagem de "Login já existente".

1.3 Senha incorreta - { Exceção }

Se as senhas informadas no campo senha e redigite a senha forem diferentes, o sistema retornará uma mensagem de "Senha não confere".

2. Cadastrar Instituição de Ensino

Permite o cadastro de instituições pelo colaborador do sistema.

Requisitos associados:

- RF 03 - O usuário do sistema pode estar associado a uma instituição de pesquisa/ensino;
- RF 04 - O sistema deve permitir o cadastro de instituições de pesquisa/ensino;
- 1. Realiza pré-cadastro
- 2. Cadastrar Instituição de Ensino

Cenários:**2.1 Cadastra instituição** - { Principal }

Verifica se a instituição já se encontra cadastrada (cenário 2.2), caso contrário, informa os dados da instituição e confirma o cadastro

2.2 Listar instituições cadastradas - { Alternativo }

O usuário seleciona a opção listar para obter a lista de instituições já cadastradas no sistema.

3. Autoriza cadastro

O objetivo deste caso de uso é permitir que o administrador do sistema autorize o cadastro de novos colaboradores ao sistema.

Requisitos associados:

- RF 01 - O sistema deve permitir o cadastro de usuários

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)
- O tipo de usuário deve ser Administrador - (Pré-condição)

Association

- Administrador
- 3. Autoriza cadastro

Cenários:**3.1 Confirmar/negar pré-cadastros** - { Principal }

O sistema apresenta uma lista de pré-cadastros pendentes de aceitação. O usuário seleciona a ação para cada registro (aceitar ou negar) e clica em confirmar.

4. Realiza cadastro

O objetivo deste caso de uso é permitir que um usuário anônimo realize o cadastro no sistema.

Requisitos associados:

- RF 01 - O sistema deve permitir o cadastro de usuários
- RF 02 - O usuário do sistema deve estar associado aos níveis: Administrador, Colaborador ou Usuário;
- RN 05 - O usuário público deverá ter seu cadastro aceito automaticamente;

Association

- Usuário anônimo
- 4. Realiza cadastro

Cenários:

4.1 Cadastrar-se no sistema - { Principal }

O usuário insere os dados: nome, login, e-mail, senha, redigitação de senha. Após a digitação dos dados e se nenhuma exceção ocorreu, o sistema realiza o cadastro salvando o registro no banco de dados.

4.2 Login existente - { Exceção }

Se o usuário digitar um login que já exista na base de dados, o sistema deverá retornar uma mensagem de "Login já existente".

4.3 Senha incorreta - { Exceção }

Se a senhas senhas informadas no campo senha e redigite a senha forem diferentes, o sistema retornará uma mensagem de "Senha não confere".

2.1.2 Cadastrar notícia

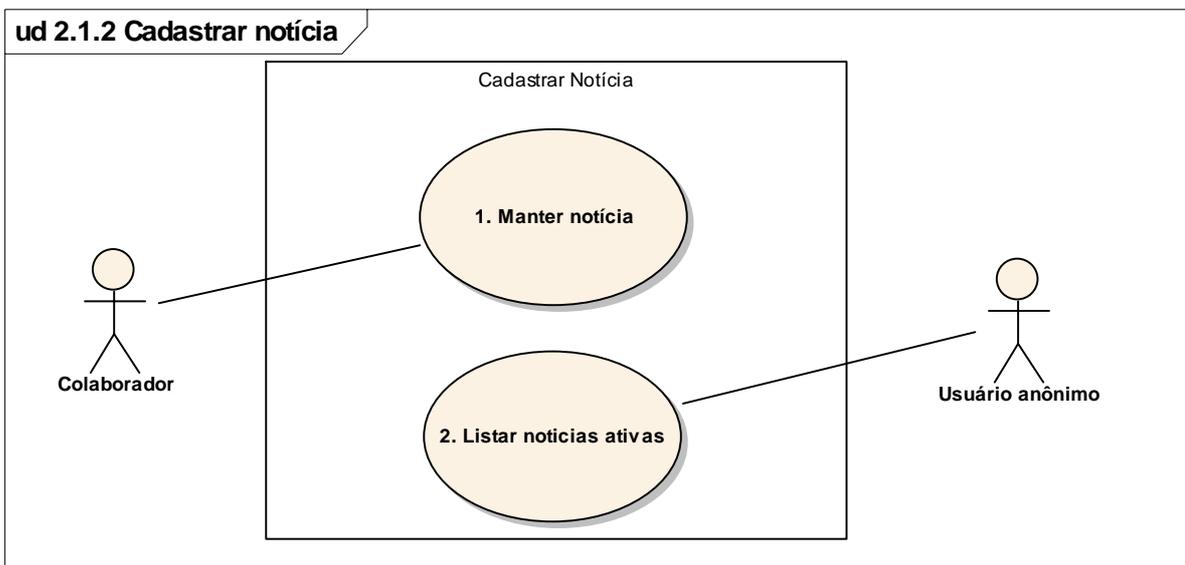


Figura 8. 2.1.2 Cadastrar notícia

1. Manter notícia

Permite o cadastro de notícias pelos colaboradores para visualização no sistema.

Requisitos associados:

Requisitos associados:

- RF 13 - O sistema deve permitir o cadastro e visualização de notícias;
- RN 06 - Somente usuários do tipo colaborador podem adicionar notícias;
- RN 07. Uma notícia deve ter uma data inicial e final e só ficará disponível neste período.

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pre-condition)
- O nível do usuário deve ser Colaborador. - (Pre-condition)

Association

- Colaborador
- 1. Manter notícia

Cenários:

1.1. Listar notícias - { Principal }

O sistema apresenta uma listagem com as notícias cadastradas pelo usuário e as opções: excluir (1.4), alterar (1.2) e adicionar (1.3).

1.2. Alterar notícia - { Alternativo }

O usuário seleciona uma notícia na lista e clicar em alterar, o sistema apresenta a tela de alteração da notícia. Após preencher os campos, o usuário usuário clica em confirmar para alterar a notícia no banco de dados.

1.3. Cadastrar notícia - { Alternativo }

O sistema apresenta a tela de cadastro para preenchimento dos campos. Após preencher os campos, o usuário usuário clica em confirmar para armazenar a notícia no banco de dados.

1.4. Excluir notícia - { Alternativo }

Após selecionar uma notícia na listagem, o usuário clica em excluir, removendo a notícia do banco de dados.

1.5. Período inválido - { Exceção }

Se a data inicial informada no cadastro for maior que a data final, o sistema apresentará a mensagem "Período inválido, data final deve ser maior que a data inicial".

2. Listar notícias ativas

Permite listar as notícias ativas cadastradas pelos colaboradores.

UseCase

- Usuário anônimo
- 2. Listar notícias ativas

Cenários:

2.1 Listar - { Principal }

O sistema apresenta uma lista contendo as notícias ativas cadastradas pelos colaboradores. Uma notícia é considerada ativa quando a data de sua visualização está entre o período definido.

2.1.3 Manutenção de fontes de dados

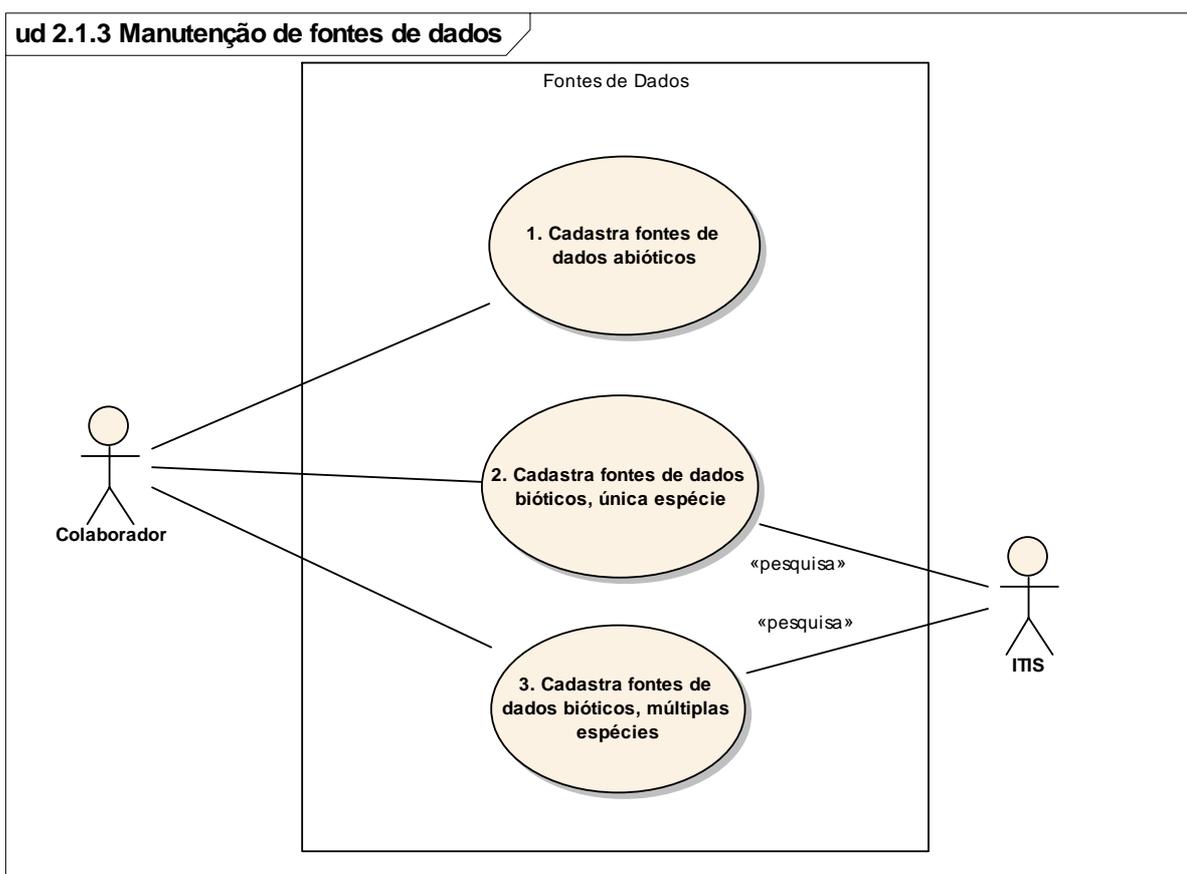


Figura 9. 2.1.3 Manutenção de fontes de dados

1. Cadastra fontes de dados abióticos

Este caso de uso tem o objetivo de permitir a manutenção de fontes de dados abióticos pelo colaborador.

Requisitos associados:

- RF 06 - O sistema deve permitir aos colaboradores o cadastro de fontes de dados abióticos;
- RN 01 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados abióticos deverá ser realizada utilizando o web service OGC WMS;

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)
- O tipo de usuário deve ser Colaborador - (Pré-condição)

Association

- Colaborador
- 1. Cadastra fontes de dados abióticos

Cenários:

1.1. Listagem de fontes de dados - { Principal }

O sistema apresenta a lista de todas as fontes de dados cadastradas pelo usuário e as opções: novo (1.2), alterar (1.4) e excluir (1.5).

1.2. Cadastrar fonte - { Alternativo }

Cenários:

Parte 1. Definição dos dados de conexão

Após o sistema apresentar a tela para a definição dos dados de conexão, o usuário seleciona o tipo "Dados Abióticos", informa o protocolo, endereço, porta e recurso e clica em "Requisitar temas".

Parte 2. Seleção do tema

O sistema apresenta uma lista dos temas encontrados no serviço WMS informado. O usuário seleciona um tema, define o título e o resumo e clica em salvar. O sistema então armazena a fonte de dados no banco de dados e retorna para a tela de listagem.

1.3. Serviço inválido - { Exceção }

Caso o endereço informado não esteja disponível ou não pertença a um serviço WMS o sistema retornará a mensagem "Impossível se conectar ao serviço WMS informado."

1.4 Alterar fonte - { Alternativo }

Após selecionar uma fonte de dados na lista, o usuário seleciona a opção alterar. O sistema apresenta os mesmos procedimentos do cenário 1.2, porém atualizando o registro no banco de dados.

1.5. Excluir serviço - { Alternativo }

Após selecionar uma fonte de dados na lista, o usuário seleciona a opção excluir. Caso nenhuma exceção ocorra, o sistema exclui o registro no banco de dados.

1.6 Fonte de dados associada a um catálogo - { Exceção }

Uma fonte de dados já associada a um catálogo não pode ser excluído.

2. Cadastra fontes de dados bióticos, única espécie

Requisitos associados:

- RF 05 - O sistema deve permitir aos usuários colaboradores o cadastro de fontes de dados bióticos;
- RF 11 - O sistema deve permitir a indexação taxonômica das fontes de dados bióticas;
- RN 02 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados bióticos deverá ser realizada utilizando os web services OGC WMS e WFS;
- RN03 - A geometria para uma fonte de dados biótica deverá ser do tipo ponto;

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)
- O tipo de usuário deve ser Colaborador - (Pré-condição)

Association

- Colaborador
- 2. Cadastra fontes de dados bióticos, única espécie
- 2. Cadastra fontes de dados bióticos, única espécie
- ITIS

Cenários:

2.1. Listagem de fontes de dados - { Principal }

O sistema apresenta a lista de todas as fontes de dados cadastradas pelo usuário e as opções: novo (2.2), alterar (2.4) e excluir (2.5).

2.2. Cadastrar fonte - { Alternativo }

Cenários:

Parte 1. Definição dos dados de conexão

Após o sistema apresentar a tela para a definição dos dados de conexão, o usuário seleciona o tipo "Dados Bióticos - única espécie", informa o protocolo, endereço, porta e recurso e clica em "Requisitar temas".

Parte 2. Seleção do tema

O sistema apresenta uma lista dos temas encontrados no serviço WMS informado. O usuário seleciona um tema, define o título e o resumo e clica indexar.

Parte 3. Indexação

O sistema apresenta uma lista dos atributos do tema selecionado e o campo para informar o código TSN. O usuário seleciona o campo para data, caso exista, informa o TSN (podendo realizar uma pesquisa, cenário 2.6) e clica em salvar. O sistema então armazena a fonte de dados no banco de dados e retorna para a tela de listagem.

2.3. Serviço inválido - { Exceção }

Caso o endereço informado não esteja disponível ou não pertença a um serviço WMS/WFS o sistema retornará a mensagem "Impossível se conectar ao serviço WMS/WFS informado."

2.4 Alterar fonte - { Alternativo }

Após selecionar uma fonte de dados na lista, o usuário seleciona a opção alterar. O sistema apresenta os mesmos procedimentos do cenário 1.2, porém atualizando o registro no banco de dados.

2.5. Excluir fonte - { Alternativo }

Após selecionar uma fonte de dados na lista, o usuário seleciona a opção excluir. Caso nenhuma exceção ocorra, o sistema exclui o registro no banco de dados.

2.6 Pesquisa por TSN - { Alternativo }

Caso o usuário não saiba o código TSN, clica em pesquisar e o sistema apresenta a tela de pesquisa. O usuário informa o nome da espécie e clica em pesquisar. O sistema consulta a base de dados do ITIS retornando uma lista com os táxons encontrados. O usuário seleciona um táxon, clicando no código TSN correspondente e o sistema retorna ao cadastro da fonte de dados inserindo o código no campo TSN.

3. Cadastra fontes de dados bióticos, múltiplas espécies

Requisitos associados:

- RF 05 - O sistema deve permitir aos usuários colaboradores o cadastro de fontes de dados bióticos;
- RF 11 - O sistema deve permitir a indexação taxonômica das fontes de dados bióticas;
- RN 02 - A integração entre o Observatório e o sistema externo que fornecerá os dados bióticos deverá ser realizada utilizando os web services OGC WMS e WFS;
- RN03 - A geometria para uma fonte de dados biótica deverá ser do tipo ponto;

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)
- O tipo de usuário deve ser Colaborador - (Pré-condição)

Association

- Colaborador
- 3. Cadastra fontes de dados bióticos, múltiplas espécies
- 3. Cadastra fontes de dados bióticos, múltiplas espécies
- ITIS

Cenários:

3.1. Listagem de fontes de dados - { Principal }

O sistema apresenta a lista de todas as fontes de dados cadastradas pelo usuário e as opções: novo (3.2), alterar (3.4) e excluir (3.5).

3.2. Cadastrar fonte - { Alternativo }

Parte 1. Definição dos dados de conexão

Após o sistema apresentar a tela para a definição dos dados de conexão, o usuário seleciona o tipo "Dados Bióticos - múltiplas espécies", informa o protocolo, endereço, porta e recurso e clica em "Requisitar temas".

Parte 2. Seleção do tema

O sistema apresenta uma lista dos temas encontrados no serviço WMS informado. O usuário seleciona um tema, define o título e o resumo e clica indexar.

Parte 3. Seleção dos atributos

O sistema apresenta duas listas de atributos. Uma para o usuário selecionar o atributo data e a outra para a seleção do atributo espécie. Após isso o usuário clica em indexar.

Parte 4. Indexação

O sistema apresenta uma lista das ocorrências únicas encontradas no atributo espécie informado anteriormente e para cada valor, o campo para informar o código TSN. O usuário informa os TSN para cada valor (podendo realizar uma pesquisa, cenário 2.6) e clica em salvar. O sistema então armazena a fonte de dados no banco de dados e retorna para a tela de listagem.

3.3. Serviço inválido - { Exceção }

Caso o endereço informado não esteja disponível ou não pertença a um serviço WMS/WFS o sistema retornará a mensagem "Impossível se conectar ao serviço WMS/WFS informado."

3.4 Alterar fonte - { Alternativo }

Após selecionar uma fonte de dados na lista, o usuário seleciona a opção alterar. O sistema apresenta os mesmos procedimentos do cenário 3.2, porém atualizando o registro no banco de dados.

3.5. Excluir fonte - { Alternativo }

Após selecionar uma fonte de dados na lista, o usuário seleciona a opção excluir. Caso nenhuma exceção ocorra, o sistema exclui o registro no banco de dados.

3.6 Pesquisa por TSN - { Alternativo }

Caso o usuário não saiba o código TSN, clica em pesquisar e o sistema apresenta a tela de pesquisa. O usuário informa o nome da espécie e clica em pesquisar. O sistema consulta a base de dados do ITIS retornando uma lista com os táxons encontrados. O usuário seleciona um táxon, clicando no código TSN correspondente e o sistema retorna ao cadastro da fonte de dados inserindo o código no campo TSN.

2.1.4 Manutenção de catálogos

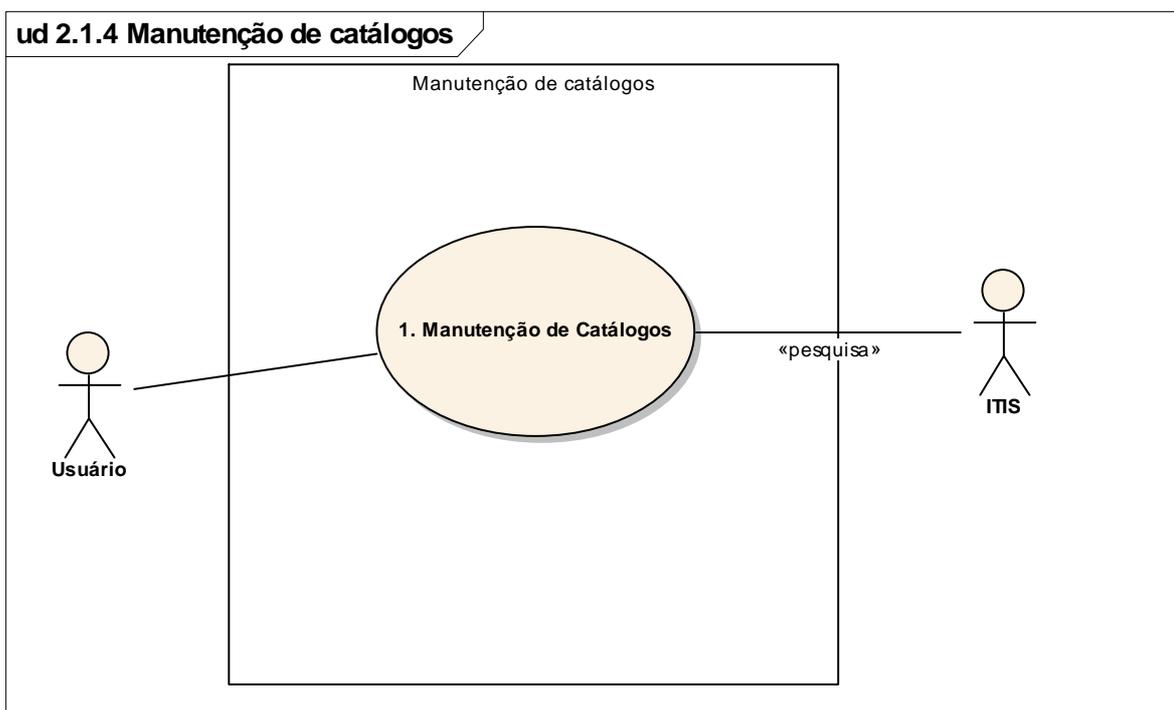


Figura 10. 2.1.4 Manutenção de catálogos

1. Manutenção de Catálogos

Este caso de uso possibilita ao usuário criar catálogos de dados a partir de consulta às fontes de dados existentes

Requisitos associados:

- RF 07 - O sistema deve permitir a pesquisa por dados de espécies configuradas nas fontes de dados;
- RF 08 - O sistema deve permitir a criação de catálogos a partir da pesquisa por espécies;
- RF 12 - O sistema deve permitir o compartilhamento dos catálogos criados pelos usuários;

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)

Association

- Usuário
- 1. Manutenção de Catálogos
- 1. Manutenção de Catálogos
- ITIS

Cenários:

1.1 Criar catálogo - { Principal }

Ao selecionar a opção novo catálogo no módulo WebGIS, o sistema apresenta a tela de cadastro de catálogo.

O usuário então digita o título e resumo do catálogo, os limites iniciais de visualização e se o catálogo é público ou privado.

Após isso, o usuário pode incluir códigos TSN para consulta (cenário 1.2) e temas abióticos (1.3).

Cenários:

1.2 Incluir código TSN - { Principal }

Após o sistema apresentar a tela para consulta ao ITIS, o usuário digita o nome da espécie e o período que deseja consultar. O sistema realiza uma consulta ao ITIS, cruza os códigos TSN retornados pelo ITIS com os já utilizados para indexação e retorna uma lista com os códigos TSN disponíveis. O usuário então seleciona o código TSN desejado e clica em incluir.

1.3 Incluir tema abiótico - { Principal }

Após o sistema apresentar a tela para consulta as fontes abióticas, o usuário digita as palavras para busca no resumo e título da fonte. Após escolher a opção consultar, o sistema realiza uma consulta as fontes abióticas retornando as encontradas. O usuário seleciona a fonte desejada e clica em incluir.

2.1.5 WebGIS

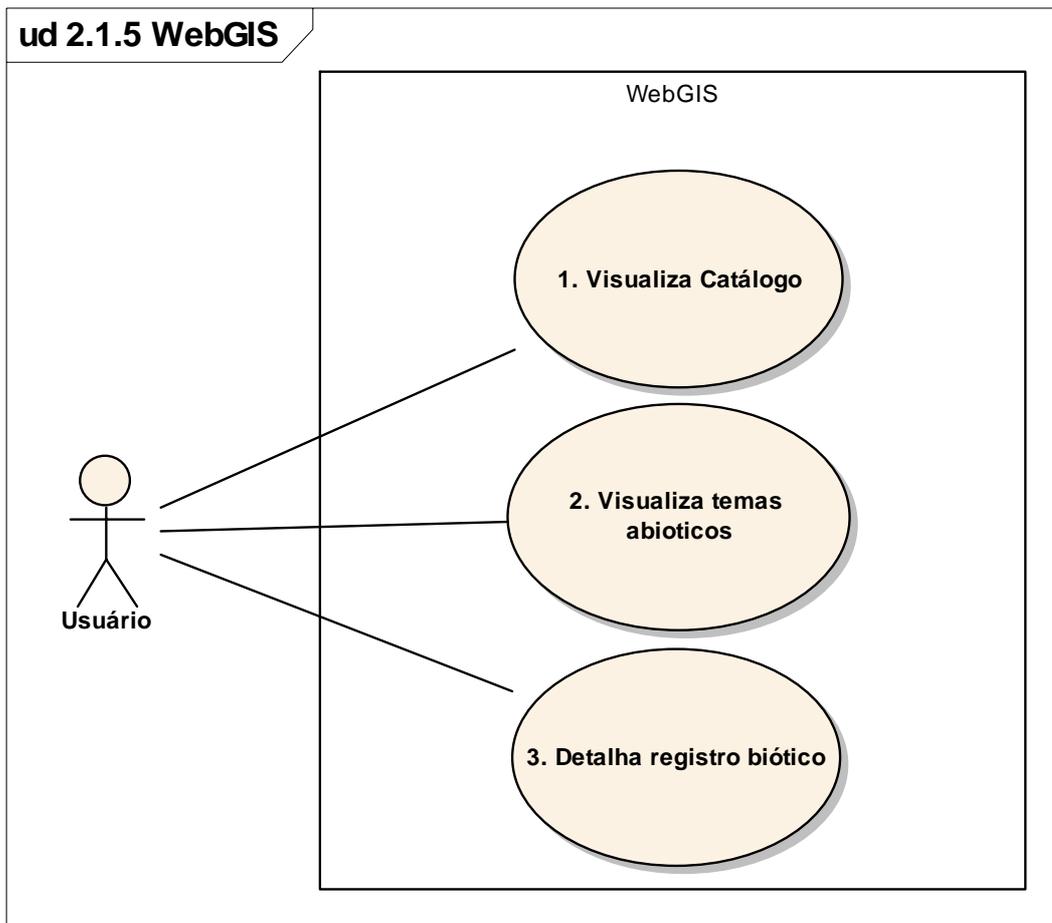


Figura 11. 2.1.5 WebGIS

1. Visualiza Catálogo

Este caso de uso permite a visualização dos catálogos de dados através de mapas. Os dados dos catálogos são recuperados de servidores WFS.

Requisitos associados:

- RF 10 - O sistema deve permitir a visualização dos catálogos de dados bióticos através de mapas dinâmicos;

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)

UseCase

- Usuário
- 1. Visualiza Catálogo

Cenários:

1.1 Listagem de catálogos - { Principal }

Após acessar o módulo WebGIS, o sistema apresenta a lista de catálogos criados pelo usuário e as opções novo (cenário 1.2) e pesquisar (cenário 1.3).

1.2 Novo Catálogo - { Alternativo }

Veja modelo de caso de uso 2.1.4 Manutenção de catálogos.

1.3 Pesquisa catálogo compartilhado - { Alternativo }

Após clicar na opção pesquisar, o sistema apresenta a tela de pesquisa de catálogos. O usuário escreve o texto que será pesquisado, para buscas por título ou resumo, ou o código TSN, para busca por espécies, e clica em pesquisar. O sistema realiza uma busca sobre os catálogos públicos existentes, retornando uma listagem com os catálogos encontrados que atendem a pesquisa. O usuário seleciona então um catálogo e clica em visualizar.

1.4 Visualiza catálogo - { Alternativo }

Para visualizar os dados de um catálogo, público ou privado, o usuário seleciona o catálogo que deseja visualizar.

2. Visualiza temas abióticos

Este caso de uso permite a visualização no mapa das fontes de dados do tipo biótico cadastrados.

Requisitos associados:

- RF 09 - O sistema deve permitir a visualização de dados abióticos através de mapas dinâmicos;

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema. - (Pré-condição)

UseCase

- Usuário
- 2. Visualiza temas abióticos

Cenários:

2.1 Listar temas - { Principal }

Ao acessar o módulo WebGIS o sistema apresenta a lista de temas abióticos existentes.

2.2 Visualizar tema - { Alternativo }

A partir da lista de temas, o usuário seleciona um ou mais temas que deseja visualizar no mapa.

3. Detalha registro biótico

Possibilita a visualização dos atributos de um registro retornado por um catálogo.

Restrições:

- O usuário deve estar autenticado no sistema - (Pré-condição)
- Um catálogo de dados precisa ter sido selecionado. - (Pré-condição)

UseCase

- Usuário
- 3. Detalha registro biótico

Cenários:

3.1 Detalhar um registro biótico - { Principal }

Após o sistema gerar os marcadores no mapa correspondente aos registros das fontes de dados bióticos, o usuário clica sobre determinado marcador para visualizar os detalhes do registro.

Diagrama de classes de domínio

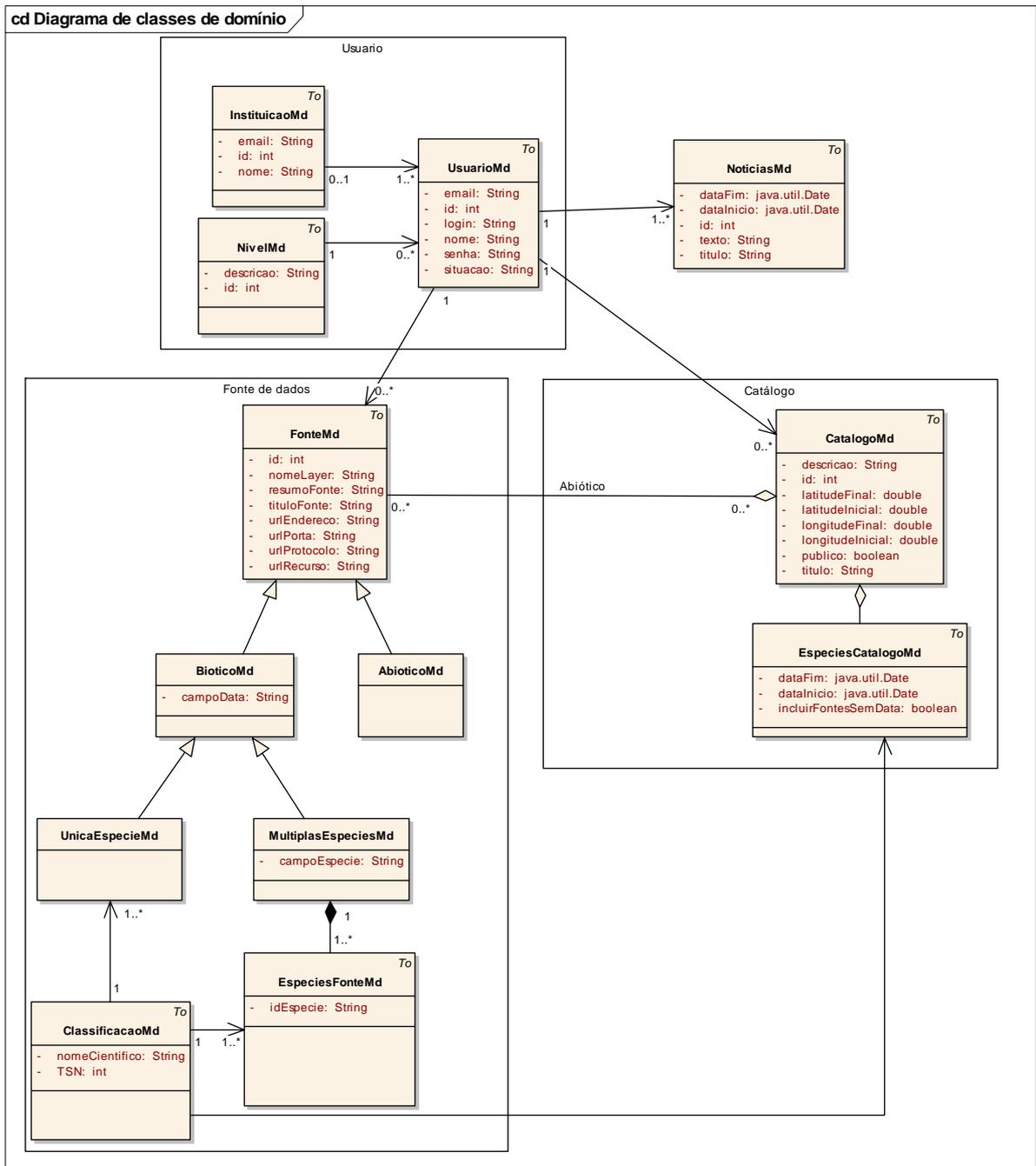


Figura 12. Diagrama de classes de domínio

AbioticoMd

Sub-classe para tipo abiótico

Generalization

- AbioticoMd
- FonteMd

BioticoMd

Sub-classe para tipo biótico

Atributos

- campoData Atributo do tema referente a data do registro

Generalization

- UnicaEspecieMd
- MultiplasEspeciesMd
- BioticoMd
- BioticoMd
- BioticoMd
- FonteMd

CatalogoMd

Mantém os catálogos de dados do usuário

Atributos

- descricao Descrição do catálogo
- id Identificador único do catálogo
- latitudelInicial Limite inicial para visualização - Latitude inicial
- longitudelInicial Limite inicial para visualização - Longitude inicial
- titulo Título do catálogo

Association

- UsuarioMd
- EspeciesCatalogoMd
- FonteMd
- CatalogoMd
- CatalogoMd
- CatalogoMd

ClassificacaoMd

Mantém os códigos TSN utilizados para indexação das fontes

Atributos

- nomeCientifico Nome científico fornecido pelo Indexador
- TSN Código TSN

Association

- ClassificacaoMd
- ClassificacaoMd
- ClassificacaoMd
- EspeciesCatalogoMd
- EspeciesFonteMd
- UnicaEspecieMd

EspeciesCatalogoMd

Mantém as fontes de dados do tipo abiótico utilizadas pelo catálogo

Atributos

- dataFim Data final para ser usado como filtro durante as buscas pelas fontes de dados

- dataInicio Data inicial para ser usado como filtro durante as buscas pelas fontes de dados
- incluirFontesSemData Indica se deve incluir fontes de dados que não possuem o atributo data

Association

- ClassificacaoMd
- EspeciesCatalogoMd
- EspeciesCatalogoMd
- CatalogoMd

EspeciesFonteMd

Mantém as espécies indexadas para as fontes de dados do tipo biótico contendo múltiplas espécies

Atributos

- idEspecie Nome da espécie encontrada para o tema, utilizado para indexação

Association

- ClassificacaoMd
- EspeciesFonteMd
- EspeciesFonteMd
- MultiplasEspeciesMd

FonteMd

Mantém as fontes de dados

Atributos

- id Identificador da fonte de dados
- nomeLayer nome do tema no serviço utilizado para recuperar os dados
- resumoFonte Resumo da fonte de dados
- urlEndereco Endereço para compor a URL do serviço
- urlProtocolo Protocolo para compor a URL do serviço

Generalization

- BioticoMd
- AbioticoMd
- UsuarioMd
- FonteMd
- FonteMd
- FonteMd
- FonteMd
- CatalogoMd

InstituicaoMd

Mantém as instituições de ensino do usuário colaborador

Atributos

- email Endereço eletrônico da instituição

- id Código da instituição

Association

- InstituicaoMd
- UsuarioMd

MultiplasEspeciesMd

Sub-classe para biótico múltiplas espécies

Atributos

- campoEspecie Atributo do tema referente a espécie do registro

Aggregation

- EspeciesFonteMd
- MultiplasEspeciesMd
- MultiplasEspeciesMd
- BioticoMd

NivelMd

Mantém os diferentes níveis de acesso ao sistema

Atributos

- descricao
- id

Association

- NivelMd
- UsuarioMd

NoticiasMd

Mantém as notícias cadastradas pelos usuários colaboradores

Atributos

- dataFim Data de início para apresentação da notícia
- dataInicio Data final para apresentação da notícia
- texto Texto da notícia

Association

- UsuarioMd
- NoticiasMd

UnicaEspecieMd

sub-classe para biótico única espécie

Association

- ClassificacaoMd
- UnicaEspecieMd
- UnicaEspecieMd
- BioticoMd

Association

UsuarioMd

Mantém os usuários do sistema

Atributos

- | | |
|------------|---|
| • email | Endereço eletrônico do usuário |
| • id | Identificador único do usuário |
| • nome | Nome do usuário |
| • situacao | Situação do usuário: (1) aguardando autorização; (2) ativo; (3) inativo |

Association

- | | |
|-----------------|--------------|
| • UsuarioMd | • FonteMd |
| • UsuarioMd | • NoticiasMd |
| • InstituicaoMd | • UsuarioMd |
| • NivelMd | • UsuarioMd |
| • UsuarioMd | • CatalogoMd |

Diagrama entidade relacionamento

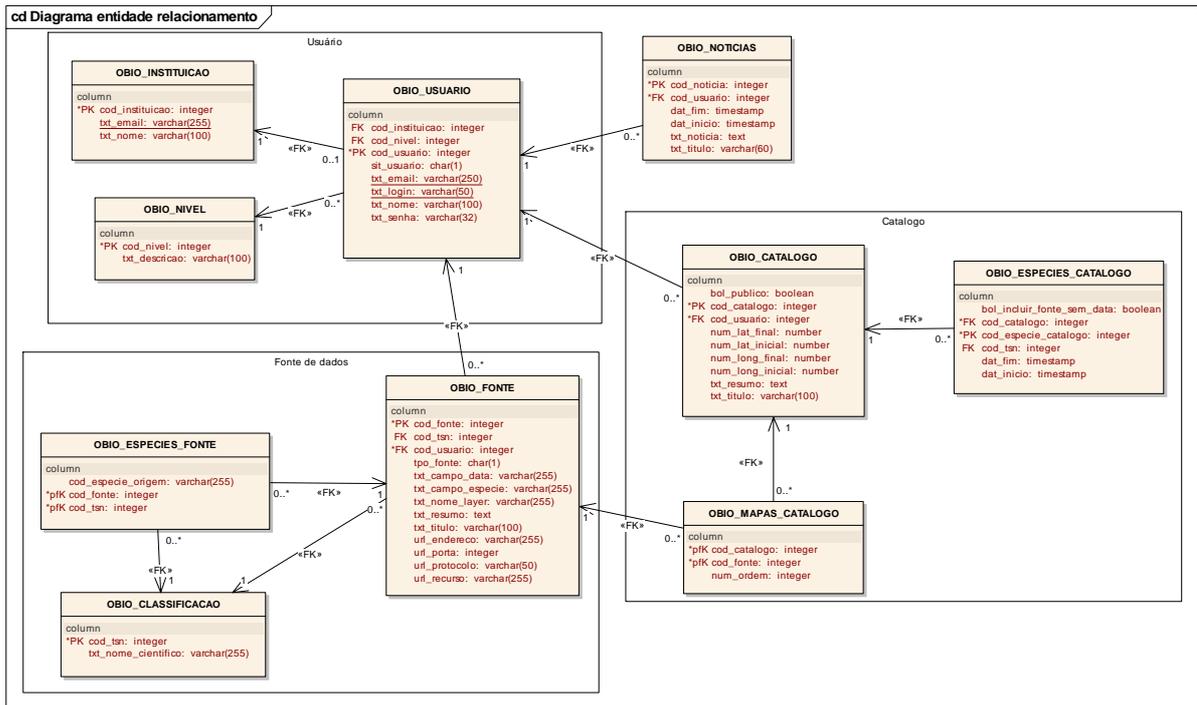


Figura 13. Diagrama entidade relacionamento

OBIO_CATALOGO

Responsável por manter os catálogos de dados criados pelos usuários.

Atributos

- bol_publico Indica se o catálogo será compartilhado ou não.
- cod_catalogo
- num_lat_final Limite inicial do mapa - Latitude final
- num_long_final Limite inicial do mapa - Longitude Final
- txt_resumo Texto de resumo para o catálogo

Association

- OBIO_CATALOGO
- OBIO_USUARIO
- OBIO_MAPAS_CATALOGO
- OBIO_CATALOGO
- OBIO_ESPECIES_CATALOGO
- OBIO_CATALOGO

OBIO_CLASSIFICACAO

Manutenção dos códigos TSN utilizados para indexação das fontes de dados.

Atributos

- cod_tsn
- txt_nome_cientifico Nome científico

Association

- OBIO_ESPECIES_FONTE
- OBIO_CLASSIFICACAO

- url_porta Porta que compõe a URL do serviço
- url_recurso recurso que compõe a URL do serviço

Association

- OBIO_FONTE
- OBIO_USUARIO
- OBIO_FONTE
- OBIO_CLASSIFICACAO
- OBIO_ESPECIES_FONTE
- OBIO_FONTE
- OBIO_MAPAS_CATALOGO
- OBIO_FONTE

OBIO_INSTITUICAO

Responsável por manter as instituições participantes do OBBIM

Atributos

- cod_instituicao Código da instituição
- txt_email Endereço eletrônico da instituição

Association

- OBIO_USUARIO
- OBIO_INSTITUICAO

OBIO_MAPAS_CATALOGO

Mantém os mapas abióticos de um catálogo de dados.

Atributos

- cod_catalogo
- cod_fonte somente tipo abiotico

Association

- OBIO_MAPAS_CATALOGO
- OBIO_FONTE
- OBIO_MAPAS_CATALOGO
- OBIO_CATALOGO

OBIO_NIVEL

Controle de nível de acesso ao sistema

Atributos

- cod_nivel Código do nível de acesso
- txt_descricao Descrição do nível de acesso

Association

- OBIO_USUARIO
- OBIO_NIVEL

OBIO_NOTICIAS

Atributos

- cod_noticia
- cod_usuario
- dat_inicio
- txt_titulo

Association

- OBIO_NOTICIAS
- OBIO_USUARIO

OBIO_USUARIO

Manutenção de usuários do sistema

Atributos

- cod_instituicao
- cod_nivel
- sit_usuario

Situação do usuário:

1 - Aguardando

2 - Ativo

3 - Inativo

- txt_email
- txt_nome

Endereço eletrônico

Nome completo do usuário

Association

- OBIO_USUARIO
- OBIO_USUARIO
- OBIO_FONTE
- OBIO_CATALOGO
- OBIO_NOTICIAS
- OBIO_NIVEL
- OBIO_INSTITUICAO
- OBIO_USUARIO
- OBIO_USUARIO
- OBIO_USUARIO

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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