

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RODRIGO OTÁVIO SILVA SANTOS

**Implementação de um Módulo de Consultas
Geográficas para o BorbRS®2**

Trabalho de Graduação.

Profª Drª Renata Galante
Orientadora

Profª Drª Helena Piccoli Romanowski
Co-orientadora

Porto Alegre, dezembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitora de Graduação: Profa. Valquiria Link Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luís da Cunha Lamb

Coordenador do CIC: Prof. Raul Fernando Weber

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha professora orientadora Renata Galante por toda atenção despendida, por todas as revisões do texto, por todos os conselhos e, principalmente, pela oportunidade de realizar este trabalho. Às professoras Helena e Ostília e a todos os integrantes do projeto BorbRS@2 pelo auxílio sempre que necessário, pelo interesse neste trabalho e por terem participado dos experimentos de avaliação do módulo de consultas desenvolvido. Ao professor Heuser e à professora Viviane por aceitarem participar da banca e pelas sugestões dadas.

Muito obrigado a todos os meus familiares, amigos, colegas e chefes. Por terem contribuído, das mais diversas maneiras nas mais exóticas áreas do conhecimento, com a minha formação em Ciência da Computação.

Finalmente, um agradecimento especial à minha namorada Maitê Deluca König não somente por estar presente em todos os momentos me fazendo esquecer todo e qualquer problema, mas também pelas revisões do texto e apoio durante todas as etapas deste trabalho. Te amo!

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | 6 |
| LISTA DE FIGURAS | 7 |
| LISTA DE TABELAS | 8 |
| RESUMO..... | 9 |
| ABSTRACT..... | 10 |
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA BORBRIS®2..... | 12 |
| 2.1 Domínio do problema..... | 12 |
| 2.2 Arquitetura do sistema | 13 |
| 2.3 Modelo de Dados | 13 |
| 2.4 Aplicação..... | 14 |
| 2.5 Considerações finais | 21 |
| 3 TRABALHOS RELACIONADOS | 22 |
| 3.1 TaxonomyBrowser | 22 |
| 3.2 SpeciesLink | 25 |
| 3.3 MaNIS | 27 |
| 3.4 Análise Comparativa..... | 30 |
| 4 MÓDULO DE CONSULTAS GEOGRÁFICAS | 33 |
| 4.1 Objetivo..... | 33 |
| 4.2 Google Maps API..... | 33 |
| 4.3 Descrição da implementação do módulo de consultas..... | 35 |
| 4.3.1 Filtro de pesquisa por regiões | 35 |
| 4.3.2 Visualização de resultados da pesquisa em mapa | 36 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.4 | Execução de uma consulta geográfica | 38 |
| 4.5 | Limitações | 41 |
| 5 | EXPERIMENTOS DE USABILIDADE | 42 |
| 5.1 | Metodologia..... | 42 |
| 5.2 | Análise dos resultados | 43 |
| 6 | CONCLUSÃO..... | 46 |
| | REFERÊNCIAS..... | 47 |
| | ANEXO A – MODELO DE BANCO DE DADOS DO BORBRs®2..... | 48 |
| | ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO..... | 49 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|--|
| PHP | Hypertext Preprocessor |
| SGBD | Sistema de Gerência de Bancos de Dados |
| MaNIS | Mammal Networked Information System |
| MVC | Model-View-Controller |
| BD | Banco de Dados |
| SQL | Structured Query Language |
| API | Application Programming Interface |
| HTML | HyperText Markup Language |
| URL | Universal Resource Locator |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 2.1: Entidades Observacoes e Trilha</i> | 14 |
| <i>Figura 2.2: Comparativo entre as sintaxes das linguagens PHP e SMARTY</i> | 15 |
| <i>Figura 2.3: Tela inicial do sistema BorbRS@2</i> | 15 |
| <i>Figura 2.4: Tela de edição de usuário</i> | 16 |
| <i>Figura 2.5: Tela de configurações de coletores</i> | 17 |
| <i>Figura 2.6: Tela de edição de unidades de conservação</i> | 17 |
| <i>Figura 2.7: Tela de cadastro de observações</i> | 18 |
| <i>Figura 2.8: Tela de listagem de observações</i> | 19 |
| <i>Figura 2.9: Tela de pesquisa de observações</i> | 20 |
| <i>Figura 2.10: Seleção e ordenação dos campos a exibir no resultado da pesquisa</i> | 21 |
| <i>Figura 2.11: Relatório exibindo resultado de uma pesquisa</i> | 21 |
| <i>Figura 3.1: Arquitetura do sistema TaxonomyBrowser</i> | 22 |
| <i>Figura 3.2: Editor de buscas do TaxonomyBrowser</i> | 23 |
| <i>Figura 3.3: Mapa mostrando resultado de uma consulta</i> | 24 |
| <i>Figura 3.4: Coleções disponíveis no speciesLink</i> | 25 |
| <i>Figura 3.5: Filtros em consulta no speciesLink</i> | 26 |
| <i>Figura 3.6: Resultado de uma consulta no speciesLink</i> | 26 |
| <i>Figura 3.7: Visualização de uma consulta do speciesLink no mapa</i> | 27 |
| <i>Figura 3.8: Arquitetura dos portais no MaNIS</i> | 28 |
| <i>Figura 4.1: Exemplo de página web exibindo um mapa</i> | 34 |
| <i>Figura 4.2: Sobreposições: (a) Marcador (b) Infowindow (c) Polígono</i> | 35 |
| <i>Figura 4.3: Exemplo de mapa em relatório da pesquisa</i> | 37 |
| <i>Figura 4.4: Exemplo de código com mapa, marcador e infowindow</i> | 38 |
| <i>Figura 4.5: Tela com filtros de pesquisa definidos</i> | 39 |
| <i>Figura 4.6: Tela com informações a exibir definidas</i> | 39 |
| <i>Figura 4.7: Tela mostrando relatório de uma pesquisa</i> | 40 |
| <i>Figura 5.1: Grau de dificuldade “Consulta 1”</i> | 44 |
| <i>Figura 5.2: Grau de dificuldade “Consulta 2”</i> | 44 |
| <i>Figura 5.3: Avaliação geral do módulo de consultas geográficas</i> | 45 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabela 3.1: Comparação entre os trabalhos estudados</i> | 32 |
| <i>Tabela 5.1: Tempos (em segundos) de execução do experimento</i> | 43 |

RESUMO

Este trabalho especifica e implementa um módulo de consultas geográficas para um sistema de informação de biodiversidade, intitulado BorbRS®2. O BorbRS®2 foi desenvolvido com o objetivo de disponibilizar uma ferramenta para análise de padrões de abundância para as borboletas do RS, sobretudo, em unidades de conservação. O sistema armazena, em um banco de dados, informações biológicas, ecológicas e meteorológicas obtidas através de observações realizadas por pesquisadores do projeto “As Borboletas do RS”, do laboratório de Insetos do Departamento de Zoologia da UFRGS. O objetivo do módulo de consultas proposto neste trabalho é melhorar a usabilidade da interface de pesquisas do sistema, tornar esta interface mais poderosa e adicionar visualização por mapa no resultado das consultas executadas. O módulo de consultas é dividido em duas partes. A primeira parte consiste em possibilitar, em uma consulta à base de dados, a filtragem por região através do desenho de um polígono sobre o mapa. A segunda parte trata da visualização sobre um mapa dos resultados de uma consulta. Ao final, é realizado um experimento com usuários cujo objetivo é avaliar a usabilidade na execução de consultas e medir o tempo necessário para execução destas consultas.

Palavras-Chave: Sistemas de Informação de Biodiversidade, Consultas Geográficas, Visualização de Informações.

Implementation of a Geographic Query Module for BorbRS®2

ABSTRACT

This work specifies and implements a geographic query module for a biodiversity information system, entitled BorbRS®2. The BorbRS®2 was developed with the aim of providing a tool for abundance pattern analysis of butterflies from RS, particularly in protected areas. The system stores in a database, biological, ecological and meteorological information obtained from observations made by researchers from the project "The Butterflies of the RS" from the Insects Laboratory, Department of Zoology UFRGS. The aim of the query module proposed in this work is to improve the query system interface's usability, make this interface more powerful and add visualization on map of the results of executed queries. The query module is divided into two parts. The first part is to enable, in a query to the database, a region filter by drawing a polygon on the map. The second part deals with displaying query results on a map. At the end is made an experiment with users whose objective is to evaluate the usability to perform queries and measure the time required for execution of these queries.

Keywords: Biodiversity Information System, Geographic Queries, Information Visualization.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior diversidade biológica do planeta e abriga entre 10% e 20% do número total de espécies existentes. Infelizmente, o ritmo atual de destruição da biodiversidade tem sido mais rápido e eficiente do que os esforços de pesquisadores e da sociedade para preservar e explorar racionalmente os recursos naturais que restam (MARCHIORI, 2003). Com o objetivo de conservar a biodiversidade, grupos de pesquisa vêm desenvolvendo sistemas de informação para auxiliar no gerenciamento de dados coletados por biólogos.

Dentre estes sistemas, destacamos o BorbRS@2, um sistema de informação de biodiversidade idealizado por pesquisadores ligados ao projeto “As Borboletas do RS”, do laboratório de Insetos do Departamento de Zoologia da UFRGS. Este sistema foi desenvolvido com objetivo de disponibilizar uma ferramenta para análise de padrões de abundância para as borboletas do RS, sobretudo, em unidades de conservação.

Este trabalho consiste na implementação de um módulo de consultas geográficas para o BorbRS@2. O objetivo deste novo módulo é melhorar a usabilidade da interface de pesquisas do sistema, tornar esta interface mais poderosa e adicionar visualização por mapa no resultado de consultas executadas. O módulo de consultas é dividido em duas partes. A primeira parte consiste em possibilitar, em uma consulta à base de dados, a filtragem por região através do desenho de um polígono sobre o mapa. A segunda parte trata da visualização sobre um mapa dos resultados de uma consulta. Ao final, é realizado um experimento com usuários cujo objetivo é avaliar a usabilidade na execução de consultas e medir o tempo necessário para execução destas consultas.

O restante deste documento está organizado da seguinte forma. O capítulo 2 descreve o BorbRS@2, sua arquitetura, seu modelo de dados e detalhes do funcionamento das interfaces existentes na aplicação. No capítulo 3, é feito um estudo comparativo entre sistemas de informação de biodiversidade que possuem consultas geográficas. Este estudo considera aspectos como versão da biblioteca de geração de mapas e possibilidades de interação com os mapas através de desenhos, marcadores e *infowindows*. O capítulo 4 apresenta, em detalhes, a implementação do módulo de consultas e aponta as limitações encontradas durante o desenvolvimento desta ferramenta. No capítulo 5, é feita uma avaliação com usuários do módulo de consultas, com objetivo de avaliar a usabilidade na execução de consultas e medir o tempo necessário para execução destas consultas. Ao final deste capítulo, é feita uma análise dos resultados obtidos com a avaliação. O anexo A contém o modelo de dados do sistema BorbRS@2 enquanto o Anexo B contém o questionário utilizado nos testes de usabilidade.

2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA BORBRS®2

Em (MARCHIORI, 2003), foi apresentado e implementado um banco de dados relacional para o gerenciamento de dados disponíveis sobre observações de borboletas. Estes dados foram compilados a partir de informações obtidas pelo projeto “As Borboletas do RS”, do laboratório de Insetos do Departamento de Zoologia da UFRGS. Num contexto científico, isto é de grande importância para padronizar informações e facilitar sua análise e intercâmbio, facilitar e promover a troca de comunicação e cooperação entre centros de pesquisa, além de promover o diálogo e a educação sobre conservação e o uso sustentável da diversidade biológica.

A primeira versão do banco de dados, chamado “BDBRS”, foi implementada utilizando a versão 9.0 do Microsoft® Access. Este sistema tem como objetivo disponibilizar uma ferramenta para análise de padrões de abundância para as borboletas do RS, sobretudo, em unidades de conservação. O BDBRS evoluiu ao longo do tempo e tornou-se um sistema de informação de biodiversidade conhecido por BORBRS®2.

A proposta deste trabalho é desenvolver um módulo de consulta adicional para o BorbRS®2. Um módulo com intuito de melhorar a usabilidade e tornar mais poderosa a interface de pesquisas do sistema. Portanto, este capítulo descreve o sistema e seu modelo dados.

2.1 Domínio do problema

O Brasil possui a maior diversidade biológica do planeta e abriga entre 10% e 20% do número total de espécies existentes. Infelizmente, o ritmo atual de destruição da biodiversidade tem sido mais rápido e eficiente do que os esforços de pesquisadores e da sociedade para preservar e explorar racionalmente os recursos naturais que restam.

Com o objetivo de conservar a biodiversidade, muitos grupos de insetos têm sido sugeridos como indicadores de qualidade ambiental. Dentre os grupos de insetos, as borboletas merecem destaque, pois apresentam características que ressaltam sua relevância como indicadores ambientais. O projeto “As Borboletas do RS” vem executando, desde 1995, uma série de pesquisas sobre lepidópteros diurnos do Rio Grande do Sul. As pesquisas são realizadas através de observações de espécies de borboletas e feitas em trilhas da região metropolitana, seus arredores e unidades de conservação do RS. São observados fatores biológicos, ecológicos e meteorológicos e os dados coletados são, depois, armazenados no banco de dados para consultas e análises futuras.

O conhecimento sobre as borboletas do Estado ainda é esparsa, fragmentário e, sobretudo, de difícil acesso. Portanto, julga-se que o BorbRS®2 seja uma ferramenta

útil no processo de construção do conhecimento sobre a lepidopterofauna do Rio Grande do Sul, dadas suas características de sistematização e agilidade nos processos de armazenamento e recuperação das informações. Com a continuidade da inserção de dados ao BorbRS@2, um valioso material poderá ser gerado, contribuindo desta forma com a elucidação de padrões ecológicos mais abrangentes (MARCHIORI, 2003).

2.2 Arquitetura do sistema

O sistema BorbRS@2 é composto por 4 estruturas principais:

- Interface web de administração, onde é possível cadastrar usuários e editar suas permissões de acesso ao sistema;
- Interface web de configurações, na qual é possível cadastrar e alterar as informações que constituem uma observação;
- Interface web de observações, que possibilita o cadastro, listagem e pesquisa de observações;
- Base de dados de observações, armazenada em um SGBD relacional *MySQL*.

Para poder usar as funcionalidades do sistema, o usuário necessita de um conjunto mínimo de permissões de acesso e estar logado. Os biólogos responsáveis pelo BorbRS@2 são os usuários Administradores do sistema e possuem acesso a todas as interfaces do sistema. Os administradores podem cadastrar usuários visitantes e definir as permissões de acesso para estes. Em geral, os usuários visitantes possuem acesso a interface de observações, mas, se necessário, podem também possuir permissões na interface de configurações.

Embora a primeira versão do banco de dados tenha sido implementada no Microsoft® Access, em 2011 este foi migrado para o SGBD *MySQL*. Esta migração foi feita pois o SGBD em questão é *open source* e possui melhor interoperabilidade com a linguagem escolhida para o desenvolvimento da aplicação, a linguagem PHP.

2.3 Modelo de Dados

O modelo de dados foi desenvolvido para armazenar informações biológicas, tais como dados sobre ocorrência em diferentes altitudes e sob diferentes temperaturas, horários de atividade, estágios do desenvolvimento e diferentes formas de interação com a flora local (oviposição, alimentação). As informações vão além de uma listagem de espécies, dando ênfase, sobretudo, à disponibilização e à inter-relação entre ocorrência, biologia das espécies e fatores ecológicos.

O nodo conceitual base do modelo de dados é o de *Observacoes*. Esta entidade, ilustrada na Figura 2.1a, é o ponto de partida para todos os outros conceitos do sistema. *Observacoes* possui referências para as outras entidades importantes do sistema: *Especie*, *MetodoAmostragem*, *Bioma*, *Coletor*, *UnidadeConservacao*, *Trilha*, *Ambiente*, *UsoSolo*, *Planta*, *PartePlanta*, *Atividade*, *CoberturaNuvens* e *EstacaoMeteorologica*. A entidade *Observacoes* possui, ainda, alguns atributos específicos para cada observação como data, altitude e umidade do ar. A entidade *Trilha*, que pode ser vista na Figura 2.1b, é de fundamental importância, pois é devido a sua referência a entidade *Coordenada* que poderemos fazer uso de georeferenciamento para as observações.

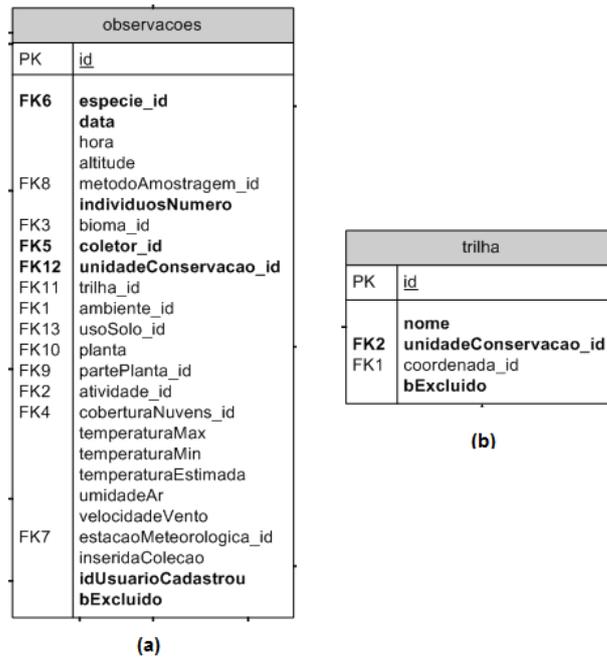


Figura 2.1: Entidades *Observacoes* e *Trilha*

2.4 Aplicação

O BorbRS®2 foi implementado usando a linguagem de programação *Hypertext Preprocessor* (PHP), que é amplamente utilizada em desenvolvimento para WEB. O sistema possui uma estrutura de camadas que seguem o padrão MVC (*Model-View-Controller*) e conta com auxílio de um motor de template (*Template Engine*) para PHP, que faz a separação entre código de aplicação e código de apresentação.

O motor de template utilizado pelo BorbRS®2 é o Smarty (SMARTY, 2011). O que este motor faz é compilar os templates em scripts PHP, se beneficiando tanto das vantagens de uma sintaxe própria para os templates, ilustrada e comparada com a sintaxe da linguagem PHP na Figura 2.2, quanto da velocidade dos scripts PHP. A compilação ocorre na primeira vez que o template é chamado e a partir de então somente a versão compilada é chamada. Um dos motivos que tornam o uso de um motor de template importante é a independência entre *layout* e código PHP. Desta forma, o layout pode ser mudado sem que sejam necessárias alterações na lógica de programação. Além disso, esta separação de códigos facilita a manutenção do sistema, visto que não existe código de apresentação em meio ao código de aplicação.

```

PHP
<?php if(!empty($foo)): ?>
  <?php foreach($foo as $bar): ?>
    <a href="<?=$bar['zig']?>"><?=$bar['zag']?></a>
    <a href="<?=$bar['zig2']?>"><?=$bar['zag2']?></a>
    <a href="<?=$bar['zig3']?>"><?=$bar['zag3']?></a>
  <?php endforeach; ?>
<?php else: ?>
  There were no rows found.
<?php endif; ?>

Smarty
{foreach $foo as $bar}
  <a href="{ $bar.zig }">{ $bar.zag }</a>
  <a href="{ $bar.zig2 }">{ $bar.zag2 }</a>
  <a href="{ $bar.zig3 }">{ $bar.zag3 }</a>
{foreachelse}
  There were no rows found.
{/foreach}

```

Figura 2.2: Comparativo entre as sintaxes das linguagens PHP e SMARTY

Dentro da arquitetura MVC os templates fazem o papel das *Views*. Os scripts PHP de cada página WEB do sistema representam os *Controllers*. Por fim, as classes PHP que modelam as entidades do sistema correspondem aos *Models*. Sendo assim, os controladores fazem a ligação entre os modelos e as visualizações. O acesso ao banco de dados é definido nas classes PHP de cada entidade, porém essas classes são invocadas pelos scripts controladores e estes é que fazem as chamadas de métodos de acesso ao banco de dados.



Figura 2.3: Tela inicial do sistema BorbRS@2

Como foi dito anteriormente, o BorbRS@2 é composto por 4 componentes principais, sendo 3 deles interfaces web. Estas interfaces podem ser claramente separadas e visualizadas através de uma estrutura de abas. Cada uma das abas provê acesso as funcionalidades do sistema correlatas àquela interface. A Figura 2.3 mostra a tela inicial do sistema e suas 3 abas principais: Administração, Configurações e Observações.

Para acessar o BorbRS@2, o usuário precisa ser cadastrado por um dos usuários administradores. Depois de cadastrado, o usuário recebe um *login* e uma senha. Com posse destes dados, basta acessar o sistema através da tela de *login*. Após logado, o

usuário terá acesso às funcionalidades para as quais tem permissão. Como pode ser visto na Figura 2.4, existem diversas permissões possíveis. Os perfis de usuário são completamente customizáveis, podendo ser diferentes para cada pessoa. Entretanto, 3 perfis são sugeridos pelo sistema: Padrão, Digitador e Administrador. Ao clicar em um dos perfis sugeridos, as permissões para aquele determinado perfil devem ser preenchidas. O perfil administrador, geralmente utilizado pelos biólogos responsáveis pelo projeto, permite qualquer uma das ações disponíveis, enquanto o perfil digitador somente permite cadastrar e pesquisar observações. O perfil padrão é o mais comum, utilizado pela maioria dos visitantes do site, e permite ao usuário pesquisar, cadastrar, editar e excluir observações, visualizar e cadastrar todos os elementos que podem compor uma observação (espécie, coletor, unidade de conservação, métodos de amostragem, bioma, fitofisionomia, uso do solo, cobertura de nuvens, estação meteorológica, tipo de atividade, planta) e somente não tem acesso as ações pertinentes a administração de usuários. Cabe salientar que mesmo sendo escolhido um dos perfis sugeridos, permissões podem ser incluídas ou excluídas para cada usuário.

| Seção | Permissões | | | |
|------------------------|--|---|--|---|
| Observações | <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Espécie | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Coletor | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Unidade de Conservação | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Método de Amostragem | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Bioma | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Fitofisionomia | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Uso do Solo | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Cobertura de Nuvens | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Estação Meteorológica | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Tipo de Atividade | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Planta | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |
| Usuários | <input checked="" type="checkbox"/> Visualizar | <input checked="" type="checkbox"/> Cadastrar | <input checked="" type="checkbox"/> Editar | <input checked="" type="checkbox"/> Excluir |

Padrão Digitador Administrador Nenhum

Figura 2.4: Tela de edição de usuário

A interface de administração possui duas funcionalidades: Usuários e Alterar senha. A primeira dá acesso à tela de edição de usuários, mostrada na Figura 2.4. A segunda pode ser acessada por qualquer usuário do sistema e permite somente a alteração da sua própria senha de acesso.

A interface de configurações permite que os elementos que compõe uma observação sejam cadastrados e/ou editados. A Figura 2.5 mostra a aba de configurações e suas funcionalidades, assim como a tela de edição de coletores. Nesta tela é possível editar ou excluir coletores já cadastrados ou ainda cadastrar um novo clicando em “Adicionar Novo Coletor”.



Figura 2.5: Tela de configurações de coletores

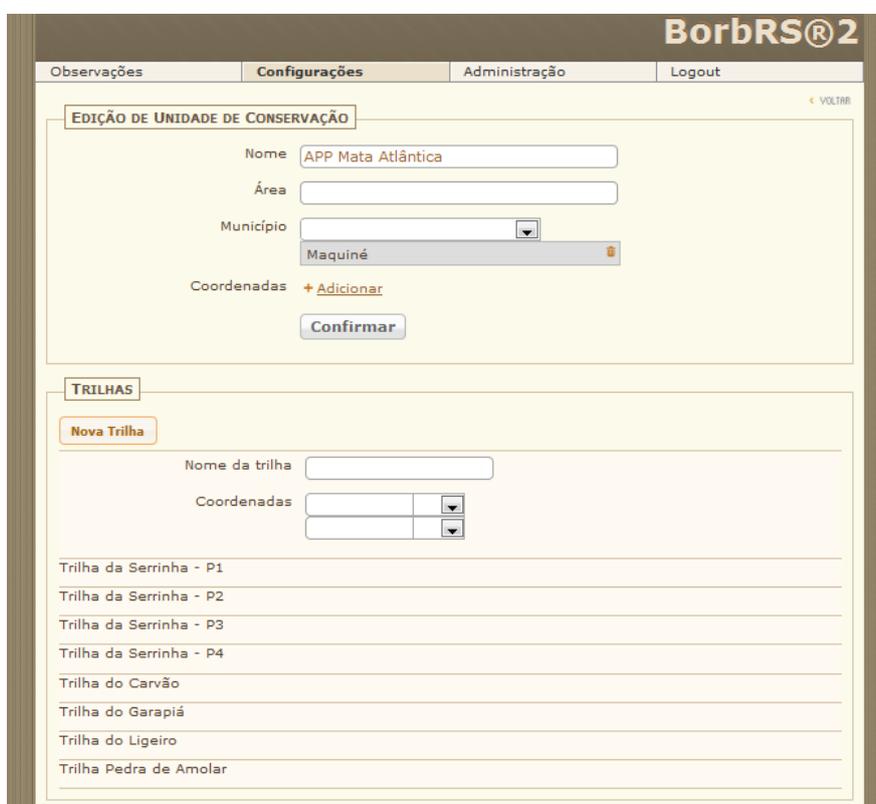


Figura 2.6: Tela de edição de unidades de conservação

Na tela de configuração de unidades de conservação é possível também editar ou excluir unidades existentes e cadastrar novas. Entretanto, esta tela possui um diferencial. Ao editar uma unidade de conservação pode-se incluir trilhas, conceito

importante do sistema por dar suporte ao georeferenciamento através de suas coordenadas geográficas. A Figura 2.6 mostra a tela de edição de unidades de conservação e a possibilidade de inclusão de uma nova trilha juntamente com suas coordenadas de latitude e longitude.

Na terceira e última interface encontram-se as funcionalidades essenciais do BorbRS®2: cadastro, listagem e pesquisa de observações. A tela de cadastro de observações é apresentada na Figura 2.7 e nela existe um formulário que deve ser preenchido para inserir uma nova observação no sistema. O formulário é dividido em 4 seções: Informações da coleta, Informações da localidade de estudo, Informações meteorológicas e Informações sobre atividade da espécie avistada.

The screenshot shows the 'BorbRS®2' web interface for recording observations. At the top, there are navigation tabs: 'Observações', 'Configurações', 'Administração', and 'Logout'. The main content area is titled 'DADOS DE CAMPO' and contains the following sections:

- Informações da Coleta:** Includes fields for 'Espécie de borboleta observada', 'Nome do coletor' (dropdown), 'Número de indivíduos observados', 'Localidade ou Unidade de Conservação' (dropdown), 'Data da observação', 'Hora da observação', 'Método de amostragem' (dropdown), and a radio button for 'Inserida na Coleção' with options 'Sim' and 'Não' (selected).
- Informações da localidade de estudo:** Includes fields for 'Nome da trilha' (dropdown), 'Altitude (m)', 'Bioma' (dropdown), 'Fitofisionomia' (dropdown), and 'Uso do solo' (dropdown).
- Informações Meteorológicas:** Includes fields for 'Cobertura de nuvens' (dropdown), 'Temperatura máxima (°C)', 'Temperatura mínima (°C)', 'Temperatura estimada (°C)', 'Umidade relativa do ar (%)', 'Velocidade do vento (km/h)', and 'Estação meteorológica' (dropdown).
- Informações sobre atividade da espécie avistada:** Includes a field for 'Tipo de atividade' (dropdown).

A 'Cadastrar' button is positioned at the bottom right of the form.

Figura 2.7: Tela de cadastro de observações

As informações de coleta que devem ser preenchidas são: Espécie de borboleta observada, Nome do coletor, Número de indivíduos observados, Localidade ou unidade de conservação, Data da observação, Hora da observação, Método de amostragem e se são ou não inseridas na coleção. Os cinco primeiros campos são os únicos de preenchimento obrigatório para todo formulário, ou seja, são as informações mínimas necessárias para a inclusão de uma observação. Depois de preencher a localidade ou unidade de conservação, deve-se preencher as informações da localidade de estudo. Nesta seção são preenchidos os seguintes campos: Nome da trilha, Altitude, Bioma, Fitofisionomia e Uso do solo.

Na seção de informações meteorológicas são preenchidos os dados sobre a situação do tempo no momento da observação. Devem ser preenchidos os campos: Cobertura de nuvens, Temperatura máxima, Temperatura mínima, Temperatura estimada, Umidade relativa do ar, Velocidade do vento e Estação meteorológica. Na última seção, devem ser preenchidos os campos correspondentes às atividades da espécie de borboleta avistada. Na referida seção, existe o campo único de tipo de atividade. Entretanto, ao selecionar-se os tipos de atividade “Alimentação (Néctar)” ou “Oviposição”, mais dois campos são adicionados na seção: Planta e Parte da Planta.

Os campos que fazem correspondência com elementos existentes na interface de configurações somente podem ser preenchidos com dados previamente cadastrados naquela interface.

BorbRS[®]2

Observações | Configurações | Administração | Logout

LISTAGEM DE OBSERVAÇÕES

Busca: Procurar

| Nome | Coletor | UC | Data |
|--|------------------|-----------------------------|------------------|
| ▶ <i>Adelotypa argiella</i> | Maria Ostilia Ma | Floresta Nacional de São Fr | 28/03/2008 11:50 |
| ▶ <i>Dryas iulia alcionea</i> | Maria Ostilia Ma | Não é área protegida ou UC | 05/01/2008 09:00 |
| ▶ <i>Adelpha lycorias lycorias</i> | Fabiana de Carr | Morro Santana | 04/03/2007 11:07 |
| ▶ <i>Catonephele numilia</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 09:20 |
| ▶ <i>Morpho epistrophus catenaria</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Hermeuptychia hermes</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Epityches eupompe</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Forsterinaria necys</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Archaeoprepona chalciope</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Hamadryas epinome</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Dasyophthalma creusa</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Hamadryas amphinome amphinome</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Moneuptychia paeon</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Smyrna blomfieldia</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 05/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Ooptera fruhstorferi</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 04/02/2007 13:00 |
| ▶ <i>Morpho aega</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 04/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Morpho epistrophus catenaria</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 04/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Taygetis yphtima</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 04/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Smyrna blomfieldia</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 04/02/2007 08:30 |
| ▶ <i>Dasyophthalma creusa</i> | Melissa Oliveira | APP Mata Atlântica | 04/02/2007 08:30 |

Páginas 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ... 244

Exibindo 1 - 20 de 4868

Adicionar Nova Observação

Figura 2.8: Tela de listagem de observações

A segunda funcionalidade da interface de observações é a de listagem de observações e pode ser vista na Figura 2.8. Nesta tela é exibida uma listagem de todas as observações cadastradas no sistema. No topo da tela é disponibilizado um campo para busca. Ao digitar uma sequência de caracteres e pressionar o botão “Procurar” é

feita uma busca por semelhança de *strings* em todos os campos exibidos na listagem e passam a ser exibidos somente os registros que combinarem com a sequência buscada. A partir desta tela é possível, ainda, excluir, editar ou adicionar uma observação. Para incluir, basta pressionar o botão “Adicionar nova observação” que o sistema passará para o formulário de cadastramentos de observações da Figura 2.7.

A última, e talvez a mais importante, funcionalidade do BorbRS®2 é a pesquisa de observações. É por aí que os biólogos podem realizar análises combinando e cruzando os dados pertinentes às observações cadastradas e obter informações preciosas que auxiliem na conservação e preservação de espécies de borboletas. Para realizar uma pesquisa, o usuário deve arrastar para o formulário de pesquisa os campos que deseja filtrar. Para arrastar um campo, o usuário deve pressionar o botão esquerdo do mouse sobre o campo desejado, manter o botão pressionado e arrastá-lo até o formulário. Outra opção é clicar duas vezes com o botão esquerdo do mouse sobre o campo desejado. Depois de escolhidos os campos pelos quais se deseja filtrar informações, deve-se preencher estes campos. A Figura 2.9, mostra um formulário de pesquisa no qual foram escolhidos os filtros de “Espécie Observada” e “Método de Amostragem”, sendo que estes foram preenchidos com os valores “*Achlyodes busirus rioja*” e “Transecto com Rede Entomológica”, respectivamente. Para realizar a pesquisa o usuário deve pressionar o botão “Pesquisar”.

| Campos |
|----------------------|
| Espécie |
| Coletor |
| Localidade ou UC |
| Data da Observação |
| Hora da Observação |
| Temperatura |
| Trilha |
| Método de Amostragem |

Figura 2.9: Tela de pesquisa de observações

Antes de visualizar os resultados, entretanto, é preciso passar por uma tela intermediária de seleção dos dados a serem exibidos. Nesta tela, ilustrada na Figura 2.10, o usuário tem a opção de selecionar e ordenar os dados que serão exibidos como resultado da pesquisa. Além disso, já é dado um *preview* de quantos resultados foram encontrados. Para selecionar um campo, basta marcar o *checkbox* correspondente. Para ordenar a exibição dos campos, basta arrastá-los para cima ou para baixo, ajustando-os com a ordenação desejada. Depois de selecionados e ordenados os campos, o usuário pressiona o botão “Exibir”. Neste momento é gerada e executada uma consulta SQL contendo os filtros usados para a pesquisa e os campos que foram selecionados.

O resultado da pesquisa é exibido em forma de relatório, sendo que cada registro retornado é exibido em sequência, por ordem alfabética do primeiro campo. A Figura 2.11 mostra o resultado de uma pesquisa na qual foram filtradas as observações da espécie “*Achlyodes busirus rioja*” cujo método de amostragem foi “Transecto com Rede Entomológica”. No passo intermediário, foram selecionados e já ordenados os campos

“Espécie Observada”, “Coletor”, “Localidade ou Unidade de Conservação”, “Data da Observação” e “Trilha”.

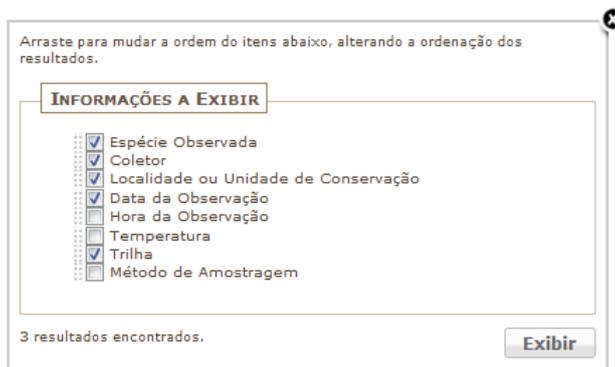


Figura 2.10: Seleção e ordenação dos campos a exibir no resultado da pesquisa

| Nome | Nome do Coletor | Unidade de Conservação | Data | Trilha |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------|-------------------|
| Achlyodes busirus rioja | Cristiano Agra Iserhard | APP Mata Atlântica | 26/12/2001 | Trilha do Ligeiro |
| Achlyodes busirus rioja | Cristiano Agra Iserhard | APP Mata Atlântica | 08/02/2002 | Trilha do Ligeiro |
| Achlyodes busirus rioja | Cristiano Agra Iserhard | APP Mata Atlântica | 03/06/2002 | Trilha do Ligeiro |

Figura 2.11: Relatório exibindo resultado de uma pesquisa

2.5 Considerações finais

O objetivo inicial do BorbRS@2 era armazenar dados de coleta de campo de espécies de borboleta, em conjunto com seus fatores biológicos, ecológicos e meteorológicos. Além disso, serviria como ferramenta para gerar relatórios e estatísticas que pudessem auxiliar na conservação e preservação das espécies. Dessa forma, foi desenvolvido um banco de dados que evolui até se tornar um sistema de informação de biodiversidade capaz de cruzar dados referentes a observações de espécies e gerar relatórios de grande valor.

A funcionalidade principal do sistema é a de pesquisa de observações. Este trabalho tem o intuito de tornar esta funcionalidade ainda mais poderosa, permitindo, através da implementação de um módulo de consultas geográficas, que se possa pesquisar por ocorrências em determinada área e, ainda, que os resultados de uma pesquisa possam ser visualizados em um mapa.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os principais trabalhos relacionados. O primeiro deles é o *TaxonomyBrowser*, um sistema de informação de biodiversidade que realiza consultas georeferenciadas. Depois o *SpeciesLink*, um sistema que reúne informações de diversas bases de dados e possibilita que estes dados sejam visualizados num mapa. E, por fim, o MaNIS, um portal para compartilhamento de bases de dados de espécimes, que também possibilita a visualização dos dados pesquisados em mapas. O capítulo é finalizado com uma análise comparativas entre os três sistemas e a identificação de melhoramentos que possam ser acrescentados aos sistemas e também utilizados na implementação do módulo de consultas geográficas proposto neste trabalho.

3.1 TaxonomyBrowser

O *TaxonomyBrowser* (CAÑETE et al., 2010) surgiu a partir da necessidade do desenvolvimento de um sistema de informação de biodiversidade para auxiliar biólogos no gerenciamento de dados que descrevem espécimes coletados. Este sistema é dividido em 4 partes principais: Interface de gerência da coleção, Interface de consultas analíticas, Base de dados da coleção e Interface visual. Os componentes podem ser visualizados na Figura 3.1.

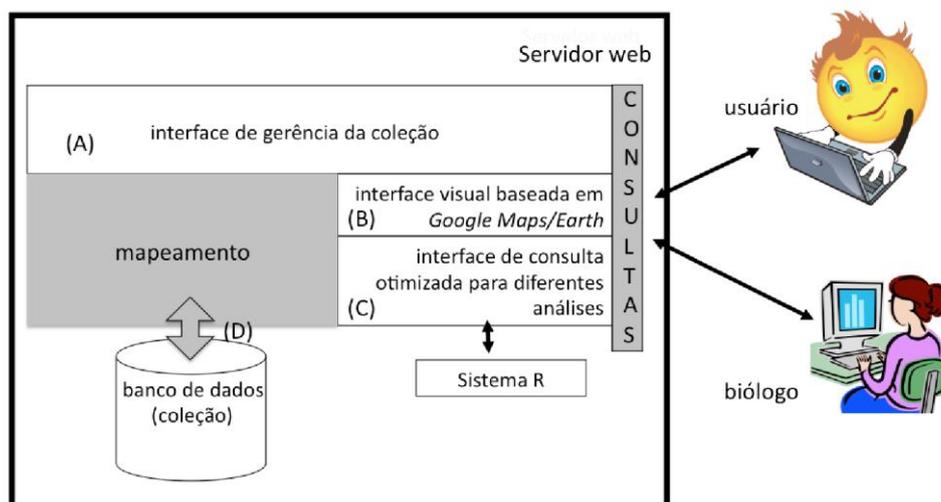


Figura 3.1: Arquitetura do sistema *TaxonomyBrowser*

Destes 4 componentes, a parte interessante para o presente trabalho é a Interface visual. Para um melhor gerenciamento das funcionalidades do sistema, a interface visual foi subdividida em quatro interfaces principais, sendo elas a interface administrativa, a

interface de consulta, a interface sobre mapa e a interface de análise (CAÑETE, 2011). Na interface administrativa, é possível criar, alterar, visualizar e remover dados das entidades existentes no sistema. Na interface de consulta as permissões são diferentes para usuários cadastrados no sistema e para visitantes não cadastrados. Os usuários não cadastrados têm algumas restrições e podem somente navegar na árvore taxonômica, acessar informações dos nodos taxonômicos, acessar informações de exemplares de espécimes e usar consultas já programadas por usuários cadastrados. Por outro lado, os usuários que possuem cadastro no sistema estão habilitados a realizar todas as ações dos usuários não cadastrados, mas também a criar novas consultas. Estas consultas podem ser apresentadas em mapas, desde que os espécimes pesquisados possuam coordenadas geográficas de coleta. Para customizar a pesquisa, o usuário utiliza um editor de buscas no qual combina as características dos espécimes com o tipo de operação (um do conjunto {<, >, <=, >=, ==, !=, *between*, *like*}) e um ou dois valores, como pode ser visto na Figura 3.2.

The screenshot shows the 'TaxonomyBrowser' search editor interface. At the top, the page title is 'taxonomybrowser 1.0b5 - darwin.inf.ufrgs.br' and the user 'admin' is logged in. The navigation menu includes 'homepage', 'taxonomy', 'specimens', 'characters', 'units', 'bibliography', 'users', 'searches', and 'logout'. The 'searches' menu is active, showing a list of searches with 'T' and 'todos calomys sp'. The main area is titled 'add search' and contains a 'new search' form. The form fields are: Name: 'estudo calomys sp 1'; Color: '#429C72'; Rank Name: 'species'; Scientific Name: a list with 'calomys sp' selected; Information: 'Todos calomys sp com peso entre 9 e 22 gramas.'; 2 n: 'integer number'; n local: 'integer number'; peso em gramas: 'physical unit' with a 'BETWEEN' operator and values '9.0' and '22.0'. An 'add' button is at the bottom.

Figura 3.2: Editor de buscas do *TaxonomyBrowser*

A interface sobre mapas é feita usando a versão 2 da API do Google Maps (GOOGLE, 2011a), que consiste em uma biblioteca JavaScript que permite a criação de mapas e disponibiliza grande gama de operações como criação de marcadores em determinados pontos geográficos, desenho de camadas de polígonos sobre o mapa, exposição de informações sobre pontos do mapa, dentre outras operações. Esta interface permite mostrar os resultados obtidos através de uma consulta em um mapa.

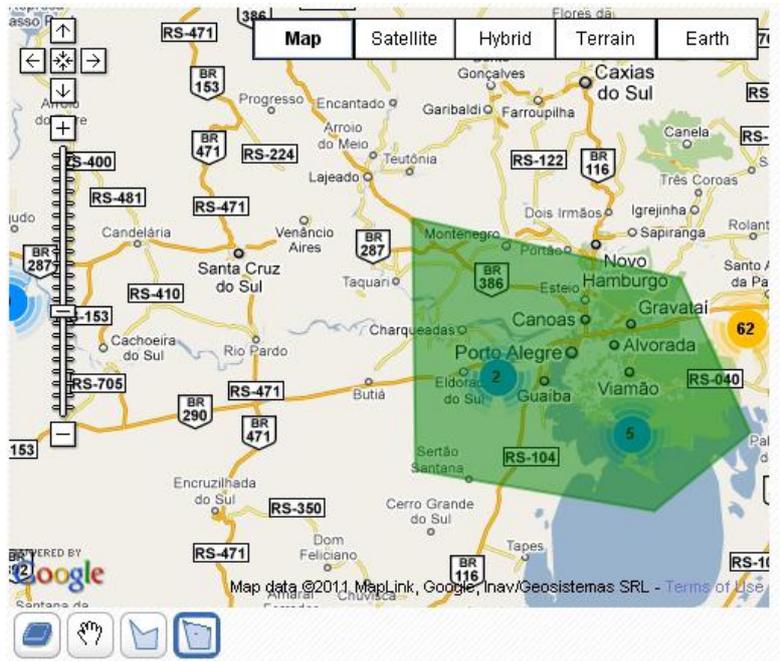


Figura 3.3: Mapa mostrando resultado de uma consulta

A Figura 3.3 mostra os dados resultantes da consulta criada na Figura 3.2, onde os exemplares de *calomys sp*, com peso entre 9 e 22 gramas, são buscados. Os resultados são representados por marcadores, que são ou agrupados ou desagrupados conforme o *zoom in* e *zoom out* do mapa são utilizados. Sobre estes marcadores, ainda, é possível desenhar polígonos que agrupam partes do resultado, que podem ser usados posteriormente para outras operações, como analisar somente os espécimes que estão incluídos na área demarcada. Por fim, usando-se o *zoom in* até que o mapa mostre somente um espécime e não mais um agrupamento, basta um clique no marcador deste espécime para se ter acesso às informações pertinentes a este indivíduo.

A interface de análise permite que os usuários utilizem os dados retornados de uma consulta para fazer análises de dados usando scripts na linguagem R ou gráficos do Google Charts. Como estas análises não possuem relação com este trabalho, não são analisadas em detalhes.

O *TaxonomyBrowser* possui algumas similaridades com o BorbRS@2, mas enquanto o primeiro tem por objetivo navegação na árvore taxonômica, o segundo foca em consultas por observações de espécies de borboletas. Algumas ideias presentes na interface visual do *TaxonomyBrowser* são consideradas na implementação do módulo de consulta geográfica para o BorbRS@2 proposta neste trabalho.

3.2 SpeciesLink

O sistema *speciesLink* (SPECIESLINK, 2011) foi parte de um projeto cujo objetivo foi desenvolver e disseminar um sistema distribuído de informação sobre espécies e espécimes. O *speciesLink* integra dados primários de coleções científicas espalhadas pelo mundo. Inicialmente eram 12 coleções, mas hoje, novembro de 2011, já é possível realizar consultas em mais de 200 coleções. Graças a uma arquitetura distribuída, cada coleção possui o seu próprio sistema e tem controle total sobre os dados disponibilizados. As consultas são realizadas seguindo três passos, conforme descrito a seguir.

A Figura 3.4 apresenta o primeiro passo de uma consulta, no qual são escolhidas as coleções nas quais a busca deve ser feita.

The screenshot shows the SpeciesLink web interface. At the top, there are logos for OBIS, UFRPR, UFMG, São Lucas, and Instituto Butantan. The main header includes "specieslink" and "english | ajuda". Below this is a navigation bar with "Busca simples 1 | Coleções" and a "Próximo" button. A central instruction reads: "Use as opções abaixo para selecionar as coleções a serem pesquisadas". To the right of this instruction is a "Desmarcar todas" link. The main content area is divided into four sections, each with a dropdown menu and a list of checked items:

- Tipo de Acervo:** dropdown set to "todos".
- Localização da coleção:** dropdown set to "todos".
- Rede:** dropdown set to "todos".
- Fonte dos dados:** dropdown set to "todos".

The list of collections includes:

- AcariESALQ - Coleção de Ácaros da ESALQ
- ALCB - Herbário Alexandre Leal Costa
- Aranhas-Solobioma - Coleção de Aranhas Solobioma
- ASE - Herbário da Universidade Federal de Sergipe
- BAH - Herbário Antônio Nonato Marques
- BCTw - Xiloteca Calvino Mainieri
- BGB - Banco de Germoplasma de Bacillus spp. para controle biológico
- BHCB - Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais
- BOTU - Herbário Irina Delanova Gemtchújnicov
- BOTw - Xiloteca "Profa. Dra. Maria Aparecida Mourão Brasil"
- BR - Coleção de Culturas de Bactérias Diazotróficas
- CBMAI - Coleção Brasileira de Microrganismos de Ambiente e Indústria
- CE-UFPE - Coleção Entomológica da UFPE
- CECG - Coleção Entomológica dos Campos Gerais do Paraná

At the bottom left, there are links for "Busca avançada", "Indicadores", "dataCleaning", "Indicadores", "data cleaning", and "networkManager". At the bottom right, there is an "email" link and the text: "Centro de Referência em Informação Ambiental, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo".

Figura 3.4: Coleções disponíveis no *speciesLink*

No segundo passo, são definidos os filtros usados na consulta, como família, nome científico, coletor, localidade, país, entre outros, vistos na Figura 3.5.

Figura 3.5: Filtros em consulta no *speciesLink*

| Coleção | Georeferenciados | | | Conteúdo | Formato | Saída |
|-------------------|------------------|------------|------|----------|---------|-------|
| | Original | Automático | | | | |
| AcariESALQ | 2761 | 420 | 1156 | Resumido | HTML | ver |
| ALCB | 6612 | 5673 | 0 | Resumido | HTML | ver |
| Aranhas-Solobioma | 11 | 0 | 11 | Resumido | HTML | ver |
| ASE | 1285 | 144 | 1022 | Resumido | HTML | ver |
| BAH | 418 | 54 | 303 | Resumido | HTML | ver |
| BCTw | 1652 | 15 | 489 | Resumido | HTML | ver |
| BHCB | 7280 | 1133 | 4964 | Resumido | HTML | ver |
| BOTU | 373 | 196 | 148 | Resumido | HTML | ver |
| BOTw | 210 | 3 | 40 | Resumido | HTML | ver |

Figura 3.6: Resultado de uma consulta no *speciesLink*

No terceiro e último passo, são mostrados os resultados, listados para cada uma das coleções, como apresentado na Figura 3.6. Algumas coleções permitem que os dados sejam visualizados num mapa gerado com auxílio da versão 3 da API do Google Maps (GOOGLE, 2011b). O mapa é preenchido com marcadores que representam os resultados retornados na consulta e, ao clicar em um desses marcadores, informações detalhadas sobre o resultado são mostradas. A Figura 3.7 mostra o resultado, no mapa, de uma consulta realizada na coleção “AcariESALQ”, filtrando-se por espécies cujos nomes científicos comecem pela letra ‘a’.



Figura 3.7: Visualização de uma consulta do *speciesLink* no mapa

O sistema *speciesLink* é muito poderoso em termos de quantidade de informação e mostra, no mapa, muitas informações sobre os resultados obtidos nas consultas, porém essa grande quantidade de informações acaba poluindo, muitas vezes, o mapa gerado. Essa poluição se dá, primeiro, pois os marcadores não são agrupados e, por isso, muitos marcadores são mostrados ao mesmo tempo. E, segundo, a poluição é causada porque alguns marcadores possuem muitas informações a serem mostradas em detalhes (quando se clica no marcador) e essas informações são mostradas em uma lista que acaba excedendo os limites do mapa, dificultando a visualização.

3.3 MaNIS

O MaNIS (*Mammal Networked Information System*) (MANIS, 2011) é um portal para compartilhamento de bases dados de espécimes. Foi desenvolvido por 17 instituições norte-americanas e seus colaboradores, com apoio da *National Science Foundation* (Fundação Nacional de Ciência norte-americana). Os objetivos desta iniciativa são facilitar o acesso aos dados de espécimes via web, realçar o valor científico das coleções de espécimes, conservar itens de museus auxiliando seus curadores e usar como um padrão que possa ser facilmente adotado por outros projetos semelhantes.

A arquitetura da rede MaNIS, ilustrada na Figura 3.8, disponibiliza acesso, através de portais, a diversas bases de dados de coleções de espécimes de mamíferos, principalmente oriundos de museus. Os portais são páginas web que possibilitam que os usuários façam pesquisas e visualizem os resultados. Cada pesquisa passa por softwares específicos, instalados nos servidores das instituições, que transformam os dados existentes em suas bases para o formato *DarwinCore* (DARWINCORE, 2011). Dessa forma, as instituições têm controle total sobre que dados desejam disponibilizar, além

disso, outras instituições podem se juntar ao MaNIS, bastando para isso implementar em seus servidores uma camada de padronização dos dados.

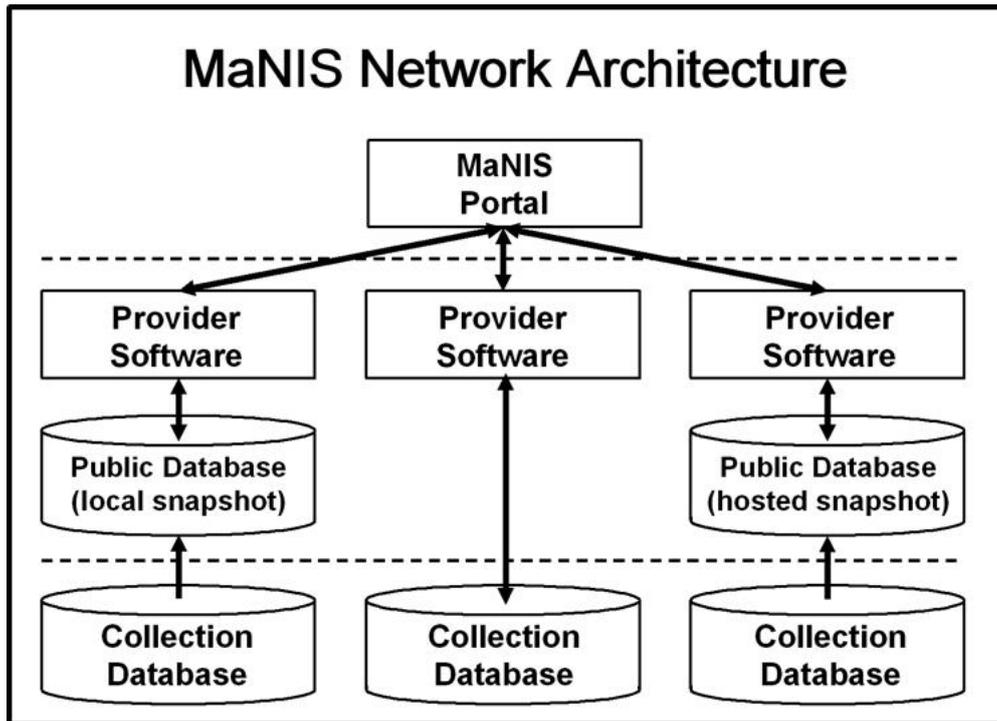


Figura 3.8: Arquitetura dos portais no MaNIS

Para realizar uma pesquisa no MaNIS, o usuário deve primeiro selecionar as bases de dados, como pode ser visto na Figura 3.9. Na mesma tela, já é possível preencher os filtros da pesquisa e parâmetros opcionais como número máximo de registros a retornar e tempo máximo de execução da pesquisa.

Assim como no *TaxonomyBrowser* e no *speciesLink*, os resultados de uma pesquisa feita no MaNIS, podem ser visualizados em mapas. A visualização sobre mapas é feita através do sistema *BerkeleyMapper* (BERKELEYMAPPER, 2011). Este sistema é uma coleção de scripts criada para fornecer funções de mapeamento usando o Google Maps e outros componentes e pode ser adaptado para exibir qualquer conjunto de pontos, desde que estejam no formato esperado pelo sistema.

A Figura 3.10 apresenta o resultado sobre o mapa de uma pesquisa por espécimes, em todas as bases de dados, cujo país seja igual a "Brazil". Ao clicar nos marcadores, que representam os resultados encontrados, obtém-se um balão com informações detalhadas dos espécimes ali localizados.



Powered By
 DIGIR

[MaNIS Home](#) : [Portal Home](#) : [Query Form](#)

Select data providers i

- American Museum of Natural History (AMNH) - Mammals
- Arctos - Division of Mammals, Museum of Southwestern Biology, Albuquerque, NM.
- Arctos - MVZ Mammal Catalog
- Arctos - MVZ Milton Hildebrand Collection
- Arctos - Mammal tissues, Division of Genomic Resources, UNM, Albuquerque, NM.
- Arctos - University of Alaska Museum, Mammal Collection
- Arctos - Western New Mexico University Mammal Collection
- Bernice Pauahi Bishop Museum, Department of Natural Sciences - Bishop Museum Natural Sciences Data
- California Academy of Sciences (CAS) - Mammal Collection Catalog
- Cornell University Museum of Vertebrates (CUMV) - Mammal Collection
- Field Museum - FMNH Mammals Collections
- Florida Mus Nat Hist (UF) - Mammal specimens
- Illinois State University - Illinois State University Mammals Collection
- James R. Slater Museum (PSM) - Terrestrial vertebrates
- Los Angeles County Museum of Natural History (LACM) - Vertebrate specimens
- Louisiana State University Museum of Natural Science (LSUMZ) - Mammal specimens *
- MCZ-Harvard University Provider - MCZ Mammalogy Collection
- Michigan State University Museum (MSUM) - Vertebrate specimens
- Museum of Texas Tech University (TTU) - Mammal specimens

Select all providers

Clear all selections

* Indicates data provider may be currently unavailable

Select query conditions i

Country equals

Specify result set structure

- Mapping result set (view [structure definition](#); must be used if you want to map the results)
- Georeferencing result set (view [structure definition](#); not currently mappable)
- Full result set (view [structure definition](#); not currently mappable)
- Custom result set (not currently mappable)

Concept list:

- Order
- Family
- Genus
- Species epithet
- Subspecies epithet
- Country

Result set list:

- Scientific name *
- Catalog number text *
- Collection *
- Institution *
- Date last modified *
-

Highlight one or more concepts and click the right arrow button to move them to the result set list. Double arrows move all except required concepts (those marked with an asterisk). Up and down arrows can be used to reorder concepts in the result set list.

Specify record limit

Specify timeout (optional)

seconds

Figura 3.9: Seleção de bases de dados e filtros no MaNIS

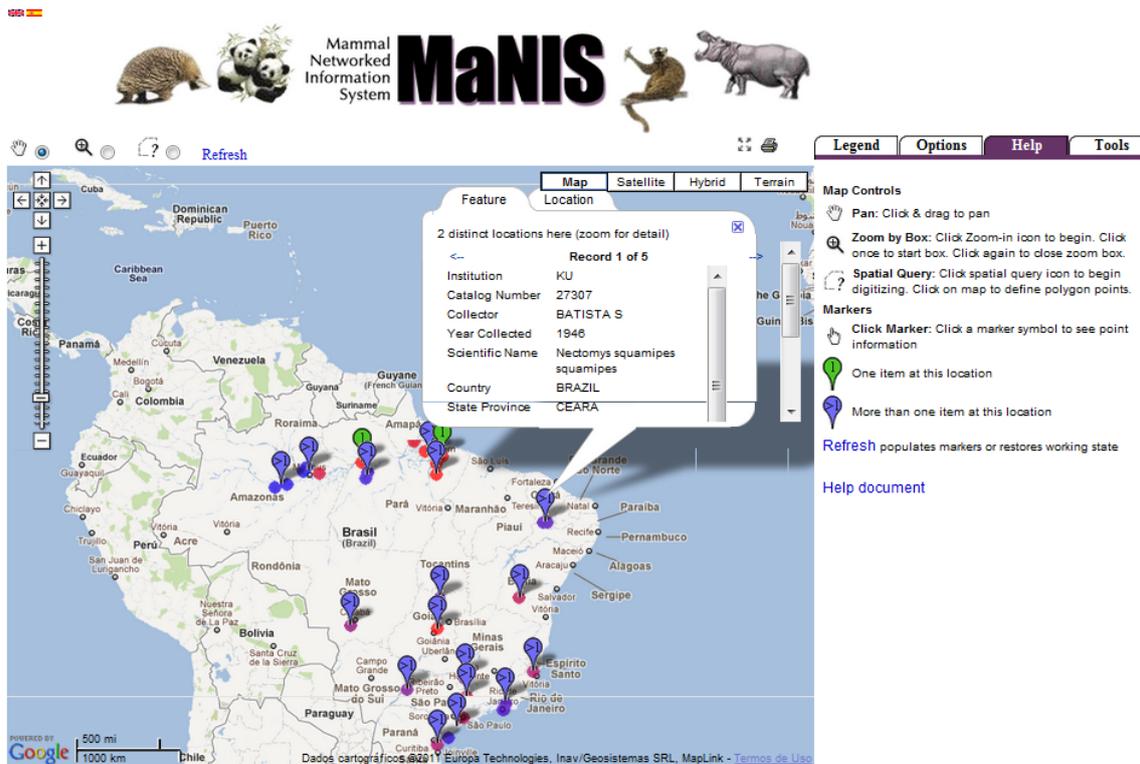


Figura 3.10: Resultado sobre o mapa de pesquisa no MaNIS

A cada vez que se usam as ferramentas de *zoom in* ou *zoom out* sobre o mapa, os marcadores são desagrupados ou reagrupados, respectivamente. Como é necessário o redesenho dos marcadores a cada mudança de *zoom*, o mapa se torna lento quando se está exibindo quantidade razoável de resultados. Esta limitação no agrupamento e desagrupamento de marcadores é considerada no desenvolvimento do módulo de consultas proposto neste trabalho.

3.4 Análise Comparativa

Visto que o objeto principal deste trabalho é especificar e implementar um módulo de consultas geográficas, foram definidos os seguintes critérios para realizar a comparação entre os trabalhos descritos neste capítulo:

- Versão atual da API do Google Maps – permite o uso das funções atualmente suportadas pelos desenvolvedores desta API;
- Desenhos sobre o mapa – permite o desenho de polígonos sobre a interface do mapa e captação das coordenadas geográficas de seus vértices;
- *Infowindow* nos marcadores – permite que informações sobre os marcadores sejam exibidas no mapa;
- Agrupamento de marcadores – permite que os marcadores sejam agrupados ou desagrupados conforme sejam usadas as ferramentas de *zoom out* e *zoom in*;
- Filtros por região do mapa – permite que um mapa seja usado para adicionar filtros à pesquisa que se pretende realizar.

Em relação ao uso da versão atual, e única suportada pelos desenvolvedores, da API do Google Maps, o único sistema que possui esta característica é o *speciesLink*, que utiliza a versão 3 da biblioteca. *TaxonomyBrowser* e MaNIS utilizam a versão 2, já não mais suportada pelo Google. No caso do MaNIS, os mapas são, na verdade, gerados pelo sistema *BerkeleyMapper* e este é quem utiliza a versão 2 da biblioteca.

Os três sistemas permitem o uso de *infowindows* para exibir os detalhes dos marcadores existentes no mapa. O *TaxonomyBrowser* mostra informações referentes ao espécime e a localização. *SpeciesLink* e MaNIS mostram informações mais detalhadas acerca do espécime e sua coleção, assim como sua localização. Os dois últimos são capazes de mostrar em uma única *infowindows* informações de agrupamentos de marcadores.

Em relação ao agrupamento de marcadores e *infowindows*, é possível reparar que esta técnica torna a exibição dos mapas um tanto lenta, pois a cada mudança de *zoom* torna-se necessário o recálculo dos agrupamentos e das informações exibidas nas *infowindows*. Neste quesito, a proposta do *speciesLink* é interessante pois utiliza somente marcadores e soma em uma única *infowindow* todas as informações correspondentes a um mesmo ponto. Por outro lado, o uso dos agrupamentos permite, através de etiquetas numéricas, uma visualização rápida da quantidade de resultados retornados para uma determinada região. Sendo assim, é importante unir os benefícios das duas abordagens, ou seja, utilizar somente marcadores, mas sem deixar de mostrar o total de resultados para determinada localização.

Com exceção do *speciesLink*, que não permite o agrupamento de marcadores, *TaxonomyBrowser* e MaNIS oferecem a possibilidade de agrupar e desagrupar marcadores conforme as ferramentas de *zoom out* e *zoom in* do mapa são acionadas. O *TaxonomyBrowser* agrupa marcadores e transforma o ícone do marcador e um círculo com um número no centro representando o total de marcadores ali agrupados. O MaNIS usa dois tipos de ícones, um com etiqueta “1” e outro com etiqueta “>1”, significando marcador único e marcadores agrupados, respectivamente.

Dentre os três sistemas, somente o *TaxonomyBrowser* permite filtros por região do mapa. Para isso, deve ser demarcada uma área com polígonos. Essa área é usada como filtro para refinar uma nova consulta. O MaNIS não permite filtros por região do mapa, mas permite desenhos sobre o mapa. Estes desenhos são usados para calcular a área ocupada pelo polígono desenhado ou para obter coordenadas geográficas de pontos do mapa.

Somente o *TaxonomyBrowser* permite que polígonos sejam desenhados no mapa e usados como filtros para novas pesquisas. Entretanto, esta técnica não está disponível explicitamente entre os filtros de uma pesquisa qualquer, mas sim para entre as possibilidades de refinamento de uma pesquisa já executada. De qualquer forma, a abordagem usada por este sistema é um bom modelo a ser seguido.

Finalmente, comparando-se as características dos sistemas estudados percebe-se que possuem muitas similaridades com o que se pretende desenvolver para o BorbRS@2. As individualidades de cada sistema devem ser pesadas e consideradas para a implementação do módulo de consultas geográficas proposto neste trabalho. A Tabela 3.1 a seguir sumariza a análise comparativa realizada nesta seção.

Tabela 3.1: Comparação entre os trabalhos estudados

| | <i>TaxonomyBrowser</i> | <i>speciesLink</i> | MaNIS |
|---------------------------------|------------------------|--------------------|-------|
| Versão atual da API Google Maps | Não | Sim | Não |
| Desenhos sobre o mapa | Sim | Não | Sim |
| <i>Infowindow</i> | Sim | Sim | Sim |
| Agrupamento de marcadores | Sim | Não | Sim |
| Filtros por região do mapa | Sim | Não | Não |

4 MÓDULO DE CONSULTAS GEOGRÁFICAS

Este capítulo descreve o Módulo de Consultas Geográficas desenvolvido para o BorbRS®2 e sua implementação. Primeiramente, descreve-se o objetivo geral do trabalho e a API do Google Maps, principal tecnologia utilizada no desenvolvimento do módulo de consultas proposto. Em seguida, a implementação do módulo é detalhadamente descrita, sendo seguida da exemplificação do uso desta ferramenta através de um exemplo de realização de uma consulta. O capítulo é finalizado com análise das limitações encontradas no módulo de consultas desenvolvido.

4.1 Objetivo

O projeto deste módulo de consultas foi feito com o objetivo de melhorar a usabilidade da interface de pesquisas do sistema BorbRS®2, adicionando os recursos de filtragem de consulta por região desenhada no mapa e visualização dos resultados das consultas em mapas. A implementação deste módulo considera as opções de consultas atualmente existentes no sistema e se adapta ao seu funcionamento e *layout*.

Espera-se, portanto, que as principais consultas sejam extremamente facilitadas. A principal aplicação do uso de mapas é para aquelas consultas que demandem obter os dados de uma região em particular. Por exemplo, se o pesquisador deseja saber quais espécies ocorrem na região norte do Rio Grande do Sul, ele teria que previamente saber as unidades de conservação existentes na região em questão e, então, realizar uma consulta filtrando por todas estas localidades. Com o suporte do mapa, para a mesma consulta, bastaria desenhar um polígono sobre a região desejada e pronto, seriam filtradas todas as observações realizadas em localidades dentro da região demarcada no mapa.

Em relação à visualização dos resultados em um mapa, espera-se dar uma nova opção de análise de resultados aos pesquisadores. Na atual situação dos BorbRS®2, os resultados de uma consulta precisam ser analisados e interpretados baseados em texto. Acredita-se que uma representação visual dos resultados aumenta o grau de conforto do pesquisador em interpretá-los. Além disso, dá a possibilidade de uma visualização compacta e clara quando a quantidade de dados retornados é grande.

4.2 Google Maps API

A Google Maps API é uma família de bibliotecas que permite que as funcionalidades e utilidades do Google Maps sejam incorporadas a *sites* e aplicativos. Dentre essas bibliotecas, destaca-se a Google Maps Javascript API, usada na

implementação do módulo de consultas proposto neste trabalho. A Google Maps Javascript API fornece uma série de funções para incorporar mapas em *web sites* e adicionar dados a estes mapas.

```
<html>
<head>
<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no" />
<script type="text/javascript" src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=set_to_true_or_false"></script>(1)
<script type="text/javascript">
function initialize() {
var latlng = new google.maps.LatLng(-34.397, 150.644);
var myOptions = {
zoom: 8,
center: latlng,
mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
};
var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), myOptions);
}
</script>
</head>
<body onload="initialize()">(5)
<div id="map_canvas" style="width:100%; height:100%"></div>(2)
</body>
</html>
```

Figura 4.1: Exemplo de página *web* exibindo um mapa

A Figura 4.1 apresenta um exemplo de código de uma página *web* que exibe um mapa centrado na cidade australiana de Sydney. Para criar uma página *web* que exiba um mapa, a primeira ação a ser tomada é carregar a API do Google Maps. Isso é feito incluindo uma tag *script* no código HTML que aponte para URL da biblioteca, como mostra a Figura 4.1(1). A seguir, é necessário reservar um espaço na parte visualizável da página para exibir o mapa. A Figura 4.1(2) mostra a tag *div* e seus atributos *width* e *height*, que definem, respectivamente, a largura e a altura do mapa exibido. A Figura 4.1(3) exibe uma variável que armazena as configurações do mapa que será criado, enquanto a Figura 4.1(4) mostra a declaração da função que cria um objeto *Map* e atrela este objeto a tag *div* anteriormente criada. Durante a renderização da página HTML, imagens e *scripts* externos são carregados. Para garantir que o mapa seja exibido depois que a página estiver totalmente carregada, espera-se que ela dispare o evento *onload* e, quando isso acontece, faz-se a chamada da função de criação do mapa, como pode ser visto na Figura 4.1(5).

Outros recursos importantes da API são a capacidade de captar e disparar eventos e a possibilidade de adicionar sobreposições aos mapas. Com relação aos eventos, é possível captar ações do usuário de clique ou de movimento de mouse sobre o mapa e tomar decisões baseando-se nisso. Dentre as opções de sobreposições que podem ser adicionadas aos mapas, destaca-se os marcadores, as *infowindows* e os polígonos. A Figura 4.2 ilustra as opções de sobreposições destacadas.



Figura 4.2: Sobreposições: (a) Marcador (b) *Infowindow* (c) Polígono

4.3 Descrição da implementação do módulo de consultas

A implementação do módulo de consultas proposto neste trabalho pode ser dividida em duas partes. A primeira parte consiste em dar a possibilidade ao usuário de filtrar os resultados por regiões desenhadas no mapa. A segunda parte é a possibilidade de visualizar em um mapa os resultados obtidos em uma consulta.

4.3.1 Filtro de pesquisa por regiões

A interface de pesquisa de observações possui uma listagem de filtros que incluem os campos “Espécie”, “Coletor”, “Localidade ou UC”, “Data da Observação”, “Hora da Observação”, “Temperatura”, “Trilha” e “Método de Amostragem”. Dessa forma, para esta primeira etapa da implementação foi necessário criar um novo filtro, que foi chamado de “Mapa”. Assim como ocorre com os outros filtros, deve ser possível que o usuário arraste o campo até o formulário para usá-lo na consulta.

A página *web* que contém o formulário de pesquisa, possui código *javascript* que gera os efeitos visuais de arrastar os campos até o formulário. Sempre que um campo é arrastado, dispara-se um gatilho que chama a função *createInput()*. Essa função cria um bloco HTML contendo os elementos necessários para que o campo apareça corretamente no formulário. Este bloco HTML é inserido na estrutura da página HTML que está sendo exibida ao usuário, ou seja, a estrutura HTML que já havia sido carregada por completo é alterada. Tudo isso é transparente ao usuário, que somente arrasta o campo até o formulário e vê este campo tornar-se uma opção de filtragem.

Quando tratamos somente de blocos de elementos HTML, não existe empecilho em incluí-los na estrutura da página HTML. A dificuldade aparece, quando além do código HTML é necessária uma chamada de função que atue sobre o código HTML recém inserido. É o caso da inserção de um mapa quando a página já foi totalmente carregada. A forma de superar este obstáculo foi a criação de uma função que seria chamada de forma assíncrona, ou seja, a qualquer momento após o carregamento total da página HTML. Essa função deve ser chamada após a inclusão do bloco HTML que hospeda o mapa, sendo responsável pela chamada da função de criação do mapa – *initmap()*.

A função *initmap()* cria um mapa e adiciona um *listener* para o evento de clique. Isso significa que a cada clique, uma função específica é chamada para tratar tal evento. Neste caso, a função chamada é *addLatLng()*. Tal função, quando chamada pela primeira vez, adiciona um marcador ao mapa. Quando chamada pela segunda vez,

adiciona um segundo marcador ao mapa e chama a função responsável pelo desenho da área no mapa, *drawrectangle()*. A partir da terceira chamada, ou seja, terceiro clique, a função retorna sem executar nenhuma ação.

Os marcadores desenhados correspondem ao canto superior esquerdo e inferior direito da sobreposição em forma retangular que será adicionada ao mapa. Os marcadores podem ser arrastados para outras posições no mapa e, sempre que isso acontece, é disparado um evento de movimento que chama novamente a função *drawrectangle()*. Dessa forma, toda vez que os cantos do retângulo são arrastados, a sobreposição é redesenhada.

A função *drawrectangle()*, possui outra funcionalidade importante que é atualizar elementos HTML, escondidos no formulário, com as coordenadas geográficas dos marcadores. A atualização é feita sempre que a função é chamada. Estes elementos HTML são usados mais tarde para montar a consulta SQL a ser executada no banco de dados.

Quando o usuário clica no botão “Pesquisar”, é feito um POST contendo todos os campos do formulário. A página que recebe estes dados faz um pré-processamento dos mesmos, gera uma consulta SQL, executa e mostra o relatório.

No pré-processamento dos dados, cada filtro utilizado pelo usuário é convertido em uma cláusula *WHERE*. A consulta SQL é formada por *JOINS* das tabelas necessárias acrescidas das cláusulas *WHERE*. Para o caso do filtro “Mapa”, as tabelas utilizadas na consulta são: *OBSERVACOES*, *TRILHA* e *COORDENADA*. A tabela *OBSERVACOES* possui chave estrangeira para *TRILHA*, que por sua vez, possui chave estrangeira para tabela *COORDENADA*. Para a geração da cláusula *WHERE* para este caso, determina-se as menores e maiores latitudes e longitudes dentre as coordenadas geográficas recebidas. Desta forma, se um registro tiver latitude e longitude situada entre as latitudes e longitudes da cláusula *WHERE*, este registro será retornado.

A consulta SQL é executada e os resultados passados para a rotina que exhibe o relatório da pesquisa. Este relatório será detalhadamente explicado na subseção seguinte.

4.3.2 Visualização de resultados da pesquisa em mapa

O objetivo principal desta segunda parte do módulo de consultas é representar os resultados textuais de uma consulta na forma de mapa. Dessa forma, é possível uma visualização compacta rápida dos resultados obtidos. Decidiu-se, então, incluir o mapa e em seguida o relatório textual já gerado pela consulta. O grande desafio está em exibir uma grande quantidade de informações no mapa sem deixá-lo poluído.

Para enfrentar este desafio, foram utilizados os conceitos dos sistemas *speciesLink* e *MaNIS*, estudados neste trabalho. O *speciesLink* não faz uso de agrupamentos de marcadores, por isso não é necessário que os marcadores e suas respectivas *infowindows* sejam recalculadas, porém é prejudicado pela poluição que o excessivo número de marcadores gera na tela. O *MaNIS*, por sua vez, agrupa informações em marcadores, não em agrupamentos, e coloca uma etiqueta numérica indicando se aquele marcador possui informações de um ou mais resultados da pesquisa. Esta abordagem é interessante, porém ao utilizar as ferramentas de *zoom in* e *zoom out* no mapa, os

marcadores e suas respectivas *infowindows* são recalculados e redesenhados, o que torna o mapa lento conforme aumenta a quantidade de informações exibidas.

Com tudo isso em mente, decidiu-se que os marcadores não seriam agrupados. Entretanto, cada marcador deve exibir informações de todos os registros retornados para sua posição geográfica. Isso é possível porque as observações existentes no banco de dados do BorbRS@2 usam as coordenadas da trilha em que foram realizadas e não coordenadas específicas da observação. Dessa forma, todas as observações realizadas em uma mesma trilha possuem as mesmas coordenadas geográficas e são representadas por um marcador único no mapa. Além disso, deve ser possível informar o total de observações exibidas por um único marcador. Para isso, foi utilizada a mesma estratégia do MaNIS. Foram colocadas etiquetas numéricas em cada marcador informando o número total de observações relacionadas àquela posição geográfica. Esta abordagem aproveita as vantagens de não ser necessário o recálculo dos marcadores a cada vez que o *zoom* do mapa é alterado e de não poluir o mapa, uma vez que as observações realizadas em uma mesma trilha são concentradas em um único marcador.

A Figura 4.3 ilustra os marcadores, representados por ícones de borboletas, suas etiquetas numéricas e um exemplo de *infowindow*. Foi definido em conjunto com as pesquisadoras responsáveis pelo BorbRS@2 que inicialmente seria suficiente exibir nas *infowindows* o nome da trilha em questão, o número total de observações para aquela trilha e o número total de espécies observadas naquela localidade.



Figura 4.3: Exemplo de mapa em relatório da pesquisa

O processamento dos dados que são exibidos no mapa é feito quando o *script* PHP que mostra o relatório de uma pesquisa recebe os resultados retornados do banco de dados. Todos os registros são percorridos e colocados num *array* indexado pelo código de identificação da trilha onde a observação foi realizada. Isto significa que cada elemento deste *array* possui uma lista contendo as observações realizadas em uma trilha específica. Depois, percorre-se este *array* e montam-se os marcadores, *infowindows* e etiquetas numéricas.

A Figura 4.4 exemplifica a criação de um mapa, a inclusão de um marcador neste mapa e a criação de uma *infowindow* para o marcador. Primeiro deve-se criar um objeto *Map*. Depois, cria-se um objeto do tipo *Infowindow* passando-se para este objeto uma *string* qualquer. Esta *string* deve ser um bloco HTML e será mostrada quando o usuário clicar no marcador ao qual a *infowindow* está atrelada. Cria-se um objeto *Marker* e atrela-se este objeto ao objeto *Map* criado anteriormente. Por fim, define-se um *listener* para o evento de clique no objeto *Marker*. A ação executada sempre que um clique for dado no marcador, será mostrar a *infowindow* através da chamada de função *Infowindow.open()*.

```
var myLatLng = new google.maps.LatLng(-25.363882,131.044922);
var myOptions = {
  zoom: 4,
  center: myLatLng,
  mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
}

var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), myOptions);
var infowindow = new google.maps.InfoWindow({
  content: contentString
});

var marker = new google.maps.Marker({
  position: myLatLng,
  map: map,
  title:"Uluru (Ayers Rock)"
});

google.maps.event.addListener(marker, 'click', function() {
  infowindow.open(map,marker);
});
```

Figura 4.4: Exemplo de código com mapa, marcador e *infowindow*

4.4 Execução de uma consulta geográfica

O primeiro passo para executar uma consulta no BorbRS®2 é estar logado no sistema. O usuário acessa o *website* e lhe é apresentada a tela de *login*. Deve-se preencher os dados e acessar o sistema. Depois, parte-se para a interface de observações, na qual se seleciona a funcionalidade de pesquisa.

Neste momento o usuário deve selecionar e preencher os campos pelos quais deseja filtrar as informações retornadas do banco de dados. A Figura 4.5 ilustra uma consulta que pretende obter a localização das observações das espécies *Adelpha thessalia indefecta*, *Anthanassa frísia hermas* e *Urbanus dorantes dorantes* realizadas na metade oeste do Estado do Rio Grande do Sul com método de amostragem “Transecto de rede entomológica”.

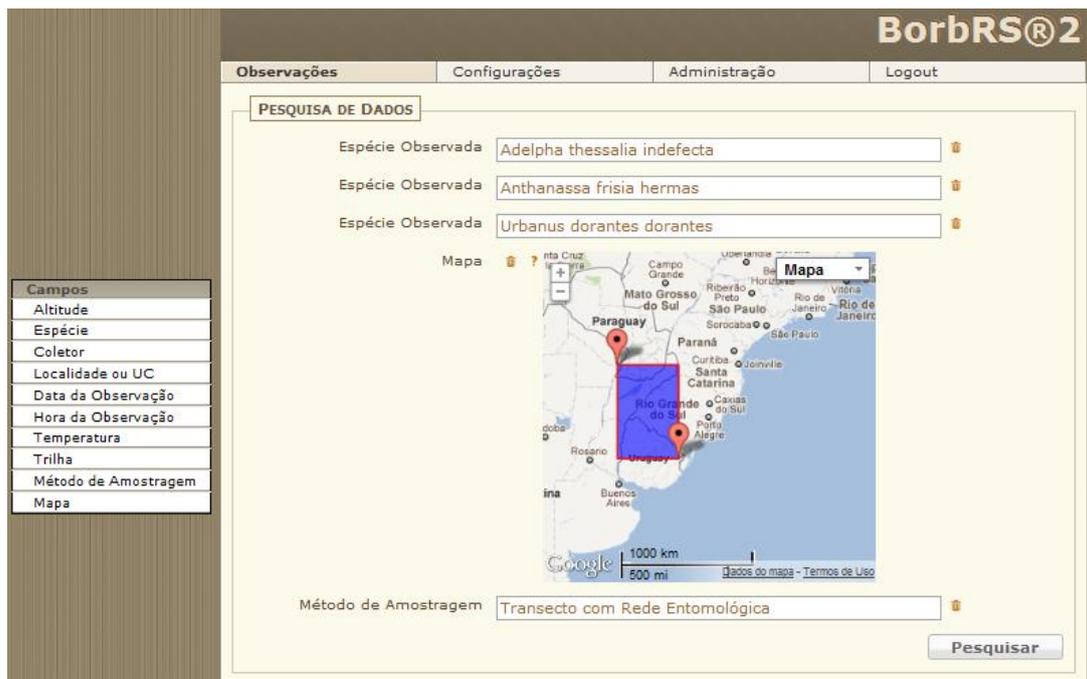


Figura 4.5: Tela com filtros de pesquisa definidos

Após clicar-se no botão “pesquisar” é exibida ao usuário uma pequena janela no meio da tela, na qual o usuário deve selecionar os campos que devem ser incluídos no relatório da pesquisa. Nesta janela, que pode ser vista na Figura 4.6, marca-se somente os campos “Espécie Observada”, “Método de Amostragem” e “Mapa”, pois são os únicos relevantes para esta consulta em específico. Note que nessa janela já é dado um *preview* de quantos resultados foram encontrados.

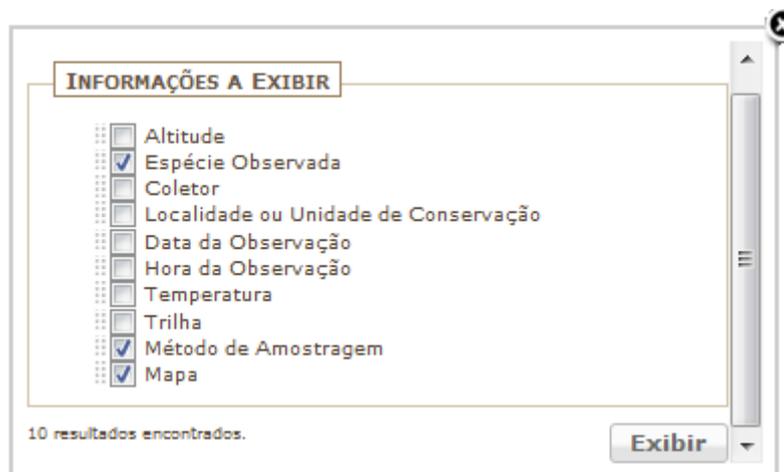


Figura 4.6: Tela com informações a exibir definidas

A Figura 4.7 mostra o relatório com os dados do resultado da consulta realizada. Como o campo “Mapa” foi selecionado para ser exibido, um mapa com a localização das trilhas onde as espécies de borboletas consultadas foram observadas é apresentado ao usuário antes dos dados textuais. A seguir, são mostrados os resultados textuais que

incluem os campos “Nome”, “Método de Amostragem” e “Coordenadas Geográficas”. Este último referenciando a posição geográfica daquele registro no mapa.



Figura 4.7: Tela mostrando relatório de uma pesquisa

É importante salientar que esta consulta poderia ser uma consulta real, realizada por pesquisadores ligados ao projeto “As Borboletas do RS”. Neste caso, o uso dos mapas torna mais simples a realização da consulta e mais clara a visualização dos resultados. Sem o uso dos mapas para filtrar uma consulta pela metade oeste do estado do Rio Grande do Sul, seria necessário o prévio conhecimento de todas as unidades de conservação ou trilhas ali existentes. Além disso, seria necessário filtrar a consulta por todas estas localidades, ou seja, um trabalho que se torna muito oneroso conforme o número de localidades em determinada região aumenta.

4.5 Limitações

A principal limitação do módulo de consultas proposto é a possibilidade de usar somente um único mapa como filtro de regiões. Esta limitação é imposta pela dificuldade de se definir uma semântica para o uso de dois ou mais mapas. Teria que ser definido se uma observação é filtrada quando a espécie em questão aparece em ambos os mapas ou quando aparece somente no primeiro, mas não no segundo. Além disso, o controle dos mapas na tela seria tecnicamente dificultado ao existirem em número maior que um.

Outra limitação está ligada com a renderização do mapa no relatório da pesquisa. Em diversas pesquisas, a quantidade de informações processada é muito grande e, conforme vai aumentando, a velocidade de exibição do mapa é prejudicada. Outro fator que prejudica a velocidade de renderização do mapa é a quantidade de marcadores.

No mapa de filtro de regiões, somente é possível desenhar uma área retangular. Esta limitação é imposta dada a dificuldade de traduzir um polígono com maior número de lados em uma consulta SQL na qual seja verificado se determinado ponto encontra-se dentro da figura. Para verificar se um ponto encontra-se dentro de uma área retangular basta verificar se a latitude do ponto geográfico em questão encontra-se entre a maior e menor latitude do retângulo. O mesmo vale para a longitude e, sendo ambos os casos verdadeiros, o ponto localiza-se dentro na área demarcada.

5 EXPERIMENTOS DE USABILIDADE

Este capítulo descreve os experimentos realizados com intuito de avaliar a usabilidade do módulo de consultas desenvolvido. Primeiramente, descreve-se a metodologia de execução do experimento. Em seguida, é realizada a análise dos resultados.

5.1 Metodologia

O módulo de consultas geográficas desenvolvido neste trabalho foi avaliado através de um questionário que avalia a usabilidade ao executar as principais consultas sobre mapa e mede o tempo que o usuário necessita para executar tais tarefas.

Foram definidas duas consultas que deveriam ser executadas de duas formas diferentes pelos usuários. Cada consulta seria executada sem fazer uso do novo módulo e fazendo uso dele. Metade dos usuários executou primeiro sem o módulo de consultas geográficas e depois usando o módulo de consultas geográficas. A outra metade realizou as mesmas consultas, porém na ordem inversa.

Foram definidos três grupos de usuários: usuários experientes, possíveis usuários e possíveis nunca usuários. O primeiro grupo trata de pesquisadores já conhecedores do BorbRS@2. O segundo grupo trata de pessoas relacionadas a área da Biologia, porém que nunca estiveram em contato com a interface de observações do BorbRS@2. O último grupo é composto por pessoas que não possuem relação alguma com a área da Biologia e sequer tiveram algum contato com sistemas de informação de biodiversidade.

O experimento de avaliação do módulo de consultas geográficas desenvolvido neste trabalho foi realizado por nove pessoas, sendo três pessoas pertencentes a cada grupo de usuários. Optou-se por este número de pessoas porque, por enquanto, são poucos os pesquisadores ligados ao BorbRS@2 e foi possível realizar a avaliação com somente três deles acabando por limitar o máximo de pessoas em cada grupo a este mesmo número.

O tempo de cada consulta executada foi medido com auxílio de um cronômetro. Ao fim de cada consulta, foi pedido que o usuário respondesse o grau de dificuldade para realização daquela consulta. Ao final do experimento, foi feita uma avaliação geral na qual o usuário deveria marcar qual entre a execução com ou sem mapas foi mais rápida, mais fácil, mais divertida e mais intuitiva. Foi deixado um campo opcional para que os usuários deixassem comentários. O questionário completo pode ser visto no Anexo B.

5.2 Análise dos resultados

A primeira consulta a ser realizada consistia em recuperar todas as espécies de borboletas observadas na região oeste do Rio Grande do Sul. Para esta consulta, nossa hipótese é que a nova funcionalidade de filtro por região tivesse um melhor desempenho, visto que bastaria demarcar a metade oeste do estado no mapa, enquanto que sem o mapa seria necessário filtrar por todas as unidades de conservação existentes na região. Para os participantes não relacionados ao BorbRS®2 foi dado a dica de que existiam observações em apenas quatro unidades de conservação naquela região e quais eram os nomes desses lugares.

A segunda consulta deveria recuperar as observações da espécie *Achlyodes mithradates thraso* realizadas na unidade de conservação “Maquiné – APP Mata Atlântica” com método de amostragem “Transecto com rede entomológica”. Desta vez, nossa hipótese é que o módulo de consultas geográficas não fosse tão útil, pois bastaria filtrar a pesquisa pelos três campos necessários, enquanto que usando o mapa seria necessário filtrar uma região bem específica nas proximidades do litoral do estado. Foi dada a dica de que a unidade de conservação pela qual se deseja filtrar está localizada nos arredores de Maquiné, cidade próxima à Capão da Canoa, na região litorânea do RS.

O tempo médio de execução de uma consulta foi de 87,72 segundos, sem levar em conta se era a primeira ou segunda consulta, sem ou com uso de mapas. A Tabela 5.1 mostra os tempos de execução individual de cada consulta, sem ou com uso de mapas. Grupo 1 corresponde ao grupo de usuário experientes, enquanto que grupo 3 corresponde ao grupo de possíveis nunca usuários do BorbRS®2. Com relação à primeira consulta, o tempo médio sem uso de mapas foi superior ao tempo médio fazendo uso do módulo de consultas geográficas, conforme o esperado. O mesmo vale para a segunda consulta, porém desta vez sendo o tempo médio com mapas superior.

Tabela 5.1: Tempos (em segundos) de execução do experimento

| | CONSULTA 1 | | CONSULTA 2 | |
|--------------|------------|--------------|------------|----------|
| | SEM MAPA | COM MAPA | SEM MAPA | COM MAPA |
| GRUPO 1 | 73 | 53 | 39 | 120 |
| | 117 | 71 | 28 | 215 |
| | 178 | 75 | 49 | 298 |
| GRUPO 2 | 80 | 109 | 61 | 42 |
| | 69 | 43 | 60 | 95 |
| | 80 | 128 | 95 | 75 |
| GRUPO 3 | 80 | 68 | 52 | 47 |
| | 106 | 29 | 57 | 94 |
| | 116 | 111 | 40 | 105 |
| Tempo Médio | 99,89 | 76,33 | 53,44 | 121,22 |
| Tempo Máximo | 178 | 128 | 95 | 298 |
| Tempo Mínimo | 69 | 29 | 28 | 42 |

A grande surpresa da avaliação com usuários se deu com relação aos tempos médios de execução das consultas por grupo. Esperava-se que os participantes do grupo 1 – usuários experientes – tivessem os melhores tempos, mas ocorreu exatamente o inverso. Eles tiveram a maior média de tempo entre os grupos e isso se deu possivelmente por terem declarado que não possuíam experiência com utilização de mapas no computador. Por outro lado, a maioria dos indivíduos dos demais grupos declarou possuir intimidade com sistemas que utilizem mapas, como, por exemplo, o Google Maps.

Outro fator medido no experimento foi o grau de dificuldade para realizar as consultas. Novamente, os resultados estiveram de acordo com o esperado. Entretanto, foi um dado positivo que apenas uma pequena parcela dos indivíduos testados considerou “muito difícil” realizar alguma das consultas usando o módulo de consultas geográficas. A Figura 5.1 mostra os resultados da medição de grau de dificuldade para execução da primeira consulta sem e com o uso de mapas. A Figura 5.2 mostra os resultados para execução da segunda consulta, também sem e com o uso de mapas.

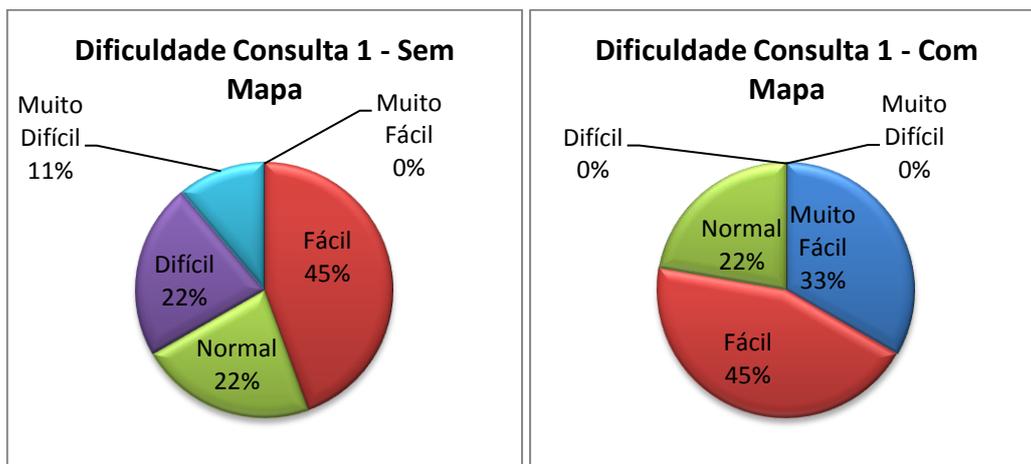


Figura 5.1: Grau de dificuldade “Consulta 1”

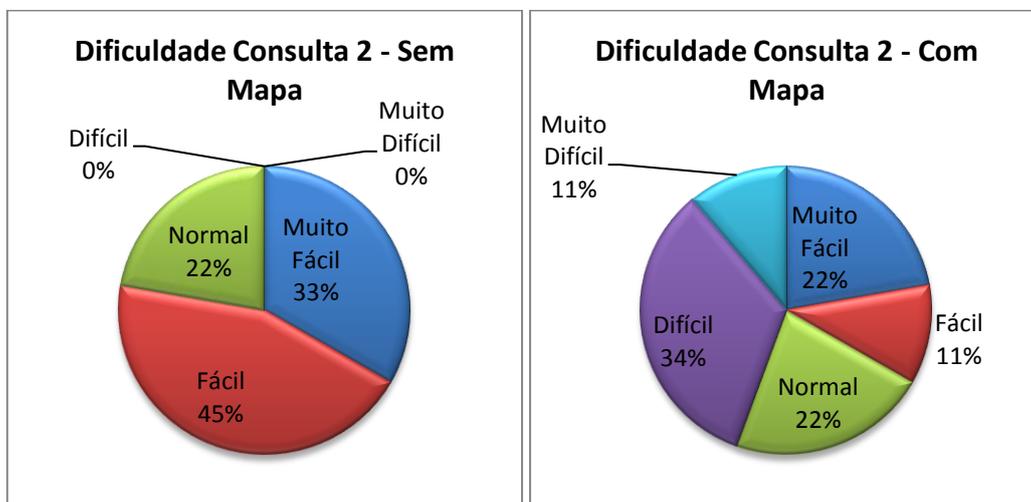


Figura 5.2: Grau de dificuldade “Consulta 2”

No final do questionário foi solicitado que o usuário respondesse uma avaliação geral, na qual deveria marcar se realizar a consulta foi mais fácil, mais rápido, mais intuitivo e mais divertido sem usar mapas ou fazendo uso do novo módulo de consultas geográficas. Nos quesitos “mais rápido” e “mais fácil”, as opiniões foram bem divididas, como mostra a Figura 5.3. Alguns usuários comentaram ao final do experimento que a falta de prática dificultou a execução das consultas, mas que com o tempo poderia se tornar mais natural fazer o uso dos mapas em detrimento dos campos textuais. A grande maioria dos usuários considerou o novo módulo de consultas mais intuitivo e mais divertido. Esse resultado é muito positivo, pois mostra que um dos objetivos deste trabalho foi alcançado: melhorar a usabilidade da interface de pesquisa de observações.

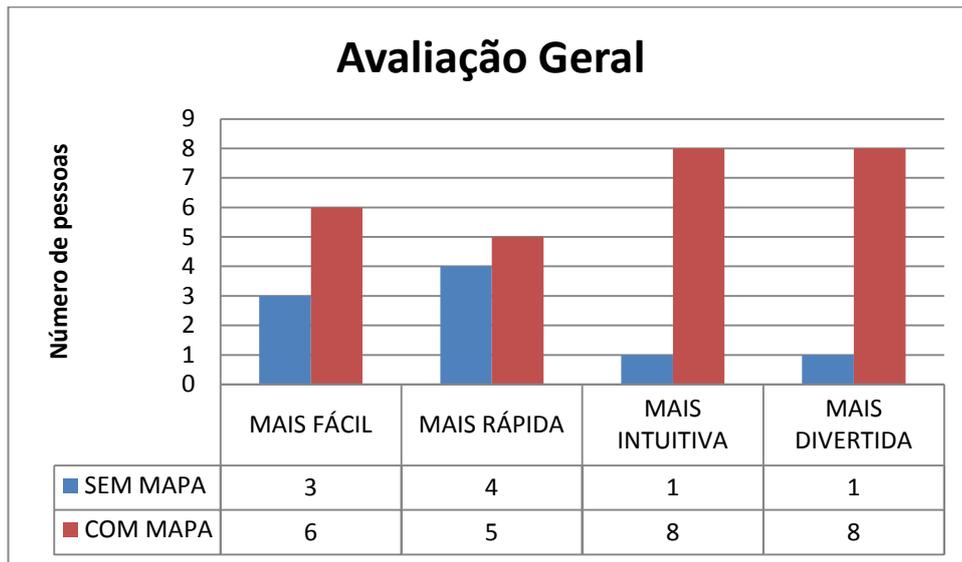


Figura 5.3: Avaliação geral do módulo de consultas geográficas

6 CONCLUSÃO

Este trabalho especifica e implementa um módulo de consultas geográficas para o BorbRS^{®2}, que permite aos usuários realizar pesquisas com filtros por regiões. Além disso, permite a visualização dos resultados de uma pesquisa sobre o mapa. Para auxiliar no projeto do módulo de consultas proposto neste trabalho, foram estudados três sistemas de informação de biodiversidades que possuem semelhanças com o que se desejava desenvolver para o BorbRS^{®2}.

O BorbRS^{®2} está sendo utilizado e abastecido com dados pelos pesquisadores do laboratório de Insetos do Departamento de Zoologia da UFRGS. Hoje, o sistema é basicamente acessado e mantido por pesquisadores da UFRGS, mas já existem rumores de que poderá ser expandido para possibilitar acesso de pesquisadores de todo o Brasil.

Foram realizados experimentos para avaliar a usabilidade do módulo de consultas implementado e medir o tempo necessário para utilização do mesmo. Analisando-se os resultados dos experimentos, é possível concluir que o módulo de consultas geográficas agrada os usuários e torna a interface de pesquisas do BorbRS^{®2} mais poderosa.

O sistema, já contando com o módulo de pesquisas geográficas, está disponível no endereço eletrônico: <http://augusta.inf.ufrgs.br/borbrs>.

O desenvolvimento deste trabalho abre portas para novas oportunidades. A primeira ideia de trabalho futuro seria definir uma semântica para relacionar mapas na interface de pesquisa do BorbRS^{®2}. Para isso, teria, também, de ser melhorado o controle de mapas na tela a fim de suportar a exibição de n mapas.

Como segundo trabalho futuro, identifica-se a necessidade de uma melhoria na velocidade de exibição do mapa do resultado de uma consulta quando há uma grande quantidade de informações a serem exibidas. Este trabalho envolveria uma técnica de *lazy loading*, de forma que os dados não sejam carregados em sua totalidade ao mesmo tempo, mas sim quando necessários.

Por último, poderia se permitir a interação entre os resultados exibidos no mapa e os resultados textuais. Hoje, o segundo é somente uma representação visual do primeiro.

REFERÊNCIAS

CAÑETE, S. C. et al. **Integrando Visualização e análise de dados em sistema de gerenciamento de dados de biodiversidade**. Belo Horizonte, MG: Congress of the Brazilian Computer Science, SBC, 2010.

CAÑETE, S. C. **Interface de Gerenciamento e Consultas Visuais em Banco de Dados de Biodiversidade**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

MARCHIORI, M. O. O. **Implementação de Banco de Dados Relacional e Estudo de Taxocenose de Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em uma Mancha de Mata de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, UFRGS, Porto Alegre.

DARWINCORE. **DarwinCore group**. Disponível em: www.tdwg.org/activities/darwincore. Acesso em: Novembro 2011.

SMARTY. **Smarty Template Engine**. Disponível em: www.smarty.net. Acesso em: Novembro 2011.

BerkeleyMapper. Disponível em: berkeleymapper.berkeley.edu. Acesso em: Novembro 2011.

SpeciesLink. Disponível em: slink.cria.org.br. Acesso em: Novembro 2011.

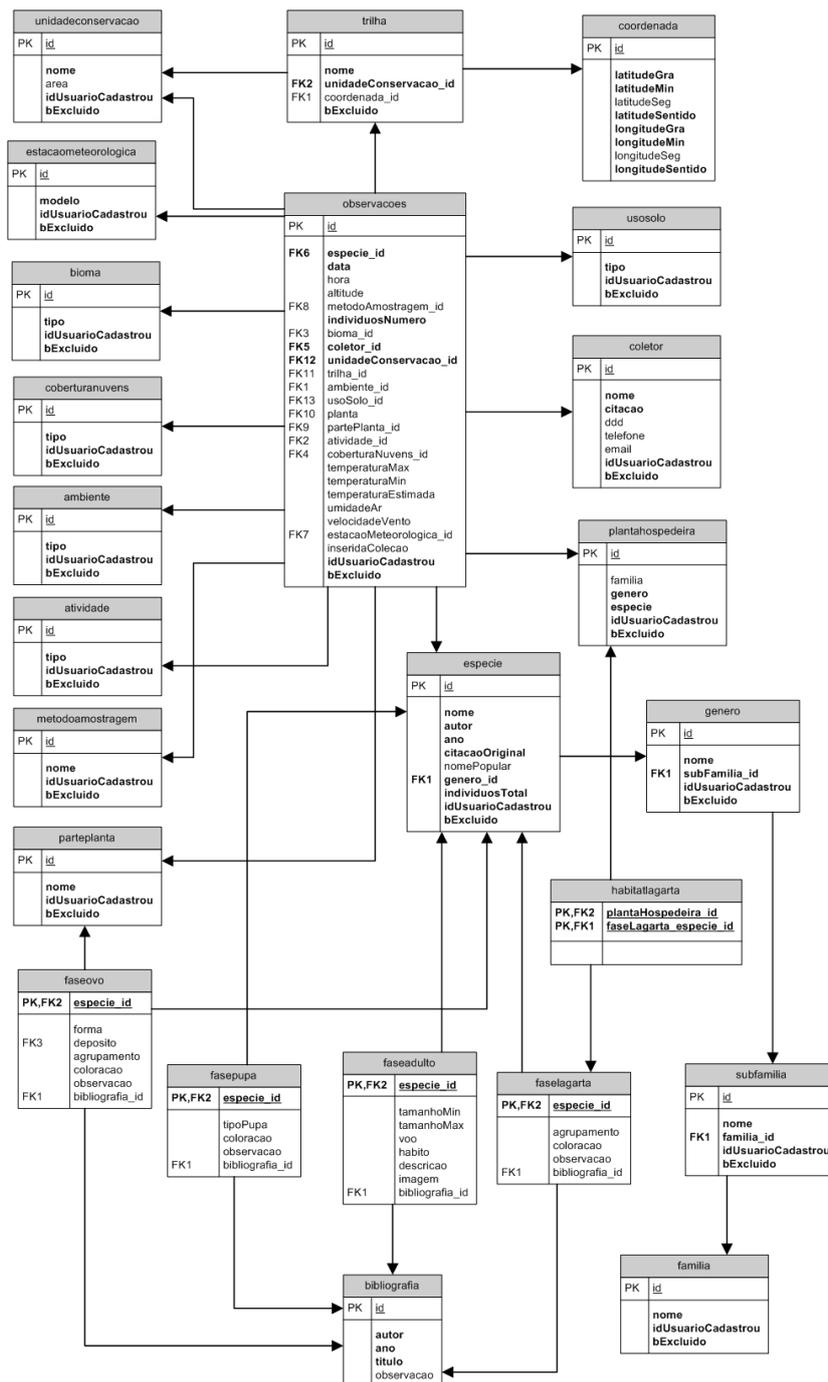
MANIS. **Mammal Networked Information System**. Disponível em: manisnet.org. Acesso em: Novembro 2011.

TaxonomyBrowser. Disponível em: <http://darwin.inf.ufrgs.br/taxonomybrowser>. Acesso em: Outubro 2011.

GOOGLE. **Google Maps API V2**. Disponível em: <http://code.google.com/intl/pt-BR/apis/maps/documentation/javascript/v2/>. Acesso em: Novembro 2011.

GOOGLE. **Google Maps API V3**. Disponível em: <http://code.google.com/intl/pt-BR/apis/maps/documentation/javascript/>. Acesso em: Julho 2011.

ANEXO A – MODELO DE BANCO DE DADOS DO BORBRBS®2



ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

DADOS PESSOAIS

Nome:

Idade:

Quantos dias por semana utiliza o computador: () 7 () 6 () 5 () 4 () 3 () 2 () 1 () 0

Já utilizou algum sistema que possibilitem pesquisas sobre mapas: () SIM () NÃO

TESTES

CONSULTA 1: Pesquise a diversidade de espécies observadas na região oeste do Rio Grande do Sul.

- Sem mapa foi: () muito difícil () difícil () normal () fácil () muito fácil

- Tempo Total: _____

- Com mapa foi: () muito difícil () difícil () normal () fácil () muito fácil

- Tempo Total: _____

CONSULTA 2: Pesquise as observações da espécie *Achlyodes mithradates thraso* na unidade de conservação Maquiné - APP Mata Atlântica com método de amostragem transecto com rede entomológica.

- Sem mapa foi: () muito difícil () difícil () normal () fácil () muito fácil

- Tempo Total: _____

- Com mapa foi: () muito difícil () difícil () normal () fácil () muito fácil

- Tempo Total: _____

AVALIAÇÃO GERAL

A execução dos testes foi

a) mais fácil: () sem mapa () com mapa

b) mais rápida: () sem mapa () com mapa

c) mais intuitiva: () sem mapa () com mapa

d) mais divertida: () sem mapa () com mapa

Comentários (opcional):

MUITO OBRIGADO!