



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

MATEUS DO AMARAL SIMON

**DESENVOLVIMENTO DE MUSEU ENTOMOLÓGICO
VIRTUAL DE BAIXO CUSTO**

BANDEIRANTES-PR

2017

MATEUS DO AMARAL SIMON

**DESENVOLVIMENTO DE MUSEU ENTOMOLÓGICO
VIRTUAL DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Me. José Reinaldo Merlin

BANDEIRANTES-PR

2017

SIMON, M. A.. **Desenvolvimento de Museu Entomológico Virtual de Baixo Custo**. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes-PR, 2017.

RESUMO

Com o advento da *word wide web* a partir dos anos 1990, muito do que existia apenas no mundo “físico” começou a existir também no mundo “virtual”. Um exemplo são os museus que, embora tradicionalmente sejam lembrados como instituições de preservação de objetos históricos ou obras de arte, também guardam outros tipos de coleções. Neste trabalho é abordado o museu entomológico, que consiste em uma coleção de insetos organizada principalmente para fins de estudo. O objetivo foi desenvolver um museu entomológico virtual em que a espécie possa ser visualizada em 360 graus. A motivação do trabalho foi o fato de os museus virtuais existentes apresentarem apenas fotografias bidimensionais de insetos, o que limita a visualização das espécies. Com a utilização de *scripts* que manipulam fotografias, foi desenvolvida uma aplicação *web* em que os insetos podem ser girados em 360 graus para observação. O método mostrou-se simples e de baixo custo, sendo viável para este tipo de aplicação.

Palavras-chave: museu virtual, insetos, imagens 3D.

SIMON, M. A.. **Development of a Low Cost Virtual Entomological Museum.** 37 p. Final Project (Bachelor of Information Systems) – State University Northern of Parana , Bandeirantes–PR, 2017.

ABSTRACT

With the advent of word wide web from the 1990s, much of what existed only in the physical world began to exist in the virtual world as well. An example is the museums that, though traditionally remembered as conservation institutions for historical objects or construction of art, also hold other types of collections. In this work the entomological museum is approached, which consists of a collection of insects organized mainly for study purposes. The objective was built a virtual entomological museum in which the species can be viewed in 360 degrees. The motivation of the work was the fact that existing virtual museums present only two-dimensional insect photographs, which limits the visualization of the species. With the use of scripts that manipulate photographs, and developed a web application in which insects can be rotated 360 degrees for observation. The method showed up simple and low cost, being feasible for this type of application.

Keywords: virtual museum, insects, 3D images.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Justificativa	6
1.2	Objetivos	7
1.2.1	Objetivos Específicos	7
1.3	Método	7
1.4	Organização do Trabalho	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1	Museus virtuais	9
2.2	Entomologia	11
2.2.1	Insetos e suas classificações	11
2.3	Museus Entomológicos Existentes	12
2.3.1	Museu de Entomologia USP	12
2.3.2	Strickland Entomological Museum	12
2.3.3	Museo Entomológico Francisco Luis Gallego	14
2.4	Considerações Finais	14
3	ENTOMUSEU - MUSEU ENTOMOLÓGICO VIRTUAL	17
3.1	Modelo de Processo de Software Adotado	17
3.2	Entomuseu	17
3.3	Ferramentas Utilizadas	18
3.3.1	Java Server Faces	19
3.3.2	Tomcat	19
3.3.3	Banco de Dados	19
3.3.4	Primefaces	19
3.3.5	FFmpeg	20
3.3.6	jQuery Interactive 3D	20
3.4	Obtenção das imagens	20
3.4.1	Tratamento das imagens	21
3.4.2	Transferência das Imagens	23
3.5	Funcionamento	23
3.5.1	Utilização pelo público	24
3.5.2	Utilização pelo usuário administrador	26
3.6	Considerações Finais	28
4	RESULTADOS	29

4.1	Comparação com coleções físicas	29
4.2	Comparação com museus existentes	29
4.3	Avaliação por critérios de museologia	29
4.4	Avaliação pelo público	30
4.4.1	Resultados da Avaliação	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS . .	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O estudo dos insetos é extremamente valioso devido ao fato de que eles consistem no maior grupo animal da terra, existem no mundo todo e são responsáveis por atividades muito importantes para o ecossistema mundial. Por exemplo, alguns insetos servem de alimento para inúmeros animais, tendo um papel muito importante na cadeia alimentar de aves, peixes, mamíferos e répteis. Além dessa importância, os insetos são fundamentais para a reprodução de algumas plantas, devido ao fato de serem os maiores polinizadores, trazendo a biodiversidade nas regiões em que habitam. Os insetos também são utilizados para criação de produtos, como as abelhas que produzem o mel, geleia, própolis, ceras entre outros [VIÇOSA, 2017].

Fora esses benéficos, os insetos também podem causar transtornos a humanidade, trazendo problemas como a transmissão e propagação de doenças. Outro fato muito importante para o estudo dos insetos, é a existência de espécies que podem destruir plantações inteiras, como os gafanhotos, considerado uma das grandes pragas agrícolas, que requer grande foco nos estudos para que possam ser controladas de maneira eficaz e de modo a preservar o meio ambiente[VIÇOSA, 2017].

Visto isso, podemos perceber que os insetos além de causarem transtornos em certos casos, são extremamente responsáveis pelo equilíbrio dos ecossistemas, e também possuem uma grande importância econômica e sustentável para a humanidade.

Uma das ferramentas para estudo dos insetos são os museus entomológicos, que consistem em uma coleção de insetos devidamente organizada e catalogada. Com o advento da WEB, surgiram alguns museus entomológicos virtuais, os quais facilitam esses estudos, uma vez que podem ser acessados de qualquer lugar que possua conexão com internet à qualquer hora, sendo na maioria dos casos muito mais conveniente além de tornar a observação dos insetos mais interessante.

1.1 Justificativa

Existem poucos museus entomológicos virtuais no Brasil, todos com um ambiente de apresentação em 2D. Esse tipo de visualização dificulta a observação dos detalhes presentes nas espécies. Dessa forma torna-se muito importante a criação de um museu virtual com a possibilidade de rotação das imagens em 360 graus, trazendo uma melhor visualização dos detalhes das espécies para estudantes de entomologia. Outro fato muito importante dos museus virtuais entomológicos, é a preservação das espécies, que podem durar para sempre, diferentes das coleções físicas que precisam de manutenções periódicas e mesmo assim existe uma perda dos insetos devido a decomposição ou pelo manuseio inadequado

de algumas espécies muito delicadas.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um museu entomológico virtual tridimensional de baixo custo, utilizando um processo simples.

1.2.1 Objetivos Específicos

O presente trabalho tem como Objetivos Específicos:

- Realizar o levantamento dos museus virtuais existentes e observar suas funções e características;
- Desenvolver um procedimento de captura de imagens, para futura virtualização; e
- Desenvolver o ambiente web para exibição das imagens.

1.3 Método

A pesquisa pode ser classificada quanto a natureza, como pesquisa aplicada, pois trata-se de buscar um solução para um problema concreto. Quanto ao objetivo trata-se de um trabalho de pesquisa exploratória, pois tem o objetivo de aprimorar ideias [SUZUKI; STEINLE; BATTINI, 2009].

Quanto ao estilo de pesquisa, trata-se de uma “apresentação de um produto”, que segundo Wazlawick [WAZLAWICK, 2008] é o tipo de trabalho que se em que se apresenta algo novo. Para o autor, este tipo de trabalho é eminentemente exploratório e, geralmente apresenta um protótipo ou ferramenta.

1.4 Organização do Trabalho

O presente trabalho está organizado da seguinte maneira.

No Capítulo 1 foi apresentada a introdução do trabalho, incluindo a justificativa, os objetivos e o método.

A fundamentação teórica do trabalho, contendo uma introdução aos conceitos de museus virtuais, entomologia e classificações das espécies, seguido de uma análise dos museus virtuais existentes encontrados por meio de pesquisas é apresentada no Capítulo 2.

No Capítulo 3 é mostrado como foi realizado o desenvolvimento do museu, expondo o modelo de processo de software adotado, as ferramentas utilizadas, obtenção,

transferência e tratamento das imagens e também exemplos do funcionamento do sistema para os tipos de usuários existentes.

Uma comparação entre as coleções físicas e outra comparação com os museus existentes, além de expor alguns critérios de museologia é realizada no Capítulo 4. Também é apresentada uma avaliação do museu entomológico, realizada por alunos do curso de agronomia da Universidade Estadual do Norte do Paraná por meio de um questionário. Por fim são apresentados os resultados dessa avaliação e os comentários e sugestões dos participantes da avaliação.

As considerações finais e trabalhos futuros são apresentados no Capítulo 5.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos que embasam o desenvolvimento do trabalho.

2.1 Museus virtuais

Em Museums [MUSEUMS, 2017], o conceito de museu é definido como:

[...] uma instituição permanente que não possui fins lucrativos ao serviço da sociedade e seu desenvolvimento aberto ao público, que adquire, conserva, pesquisa, comunica e exhibe o patrimônio tangível e intangível da humanidade e do meio ambiente para fins de educação, estudo e prazer.

De acordo com Petrucci [PETRUCCI, 2010]:

[...] museu é um espaço institucional permanente, a serviço da sociedade e que tem um caráter educacional não formal, caracterizado pelo conhecimento descentralizado, simbólico e participativo, de motivação pessoal, que prima pela preservação, valorização e divulgação de todo e qualquer acervo que abriga em suas dependências.

Com advento da *web*, a partir dos anos 1990, consolidou-se o que é chamado de era da informação, ou era digital. Jahn, comentando sobre museus de arte, afirma que, com a disseminação da internet como forma de comunicação, o jeito de olhar para o mundo e para a arte mudou, trazendo consequências na forma como os museus se organizam e se apresentam [JAHN, 2016]. Neste cenário, surgem os museus virtuais.

O termo virtual é algo que pode ser feito ou simulado através de meios eletrônicos, que existe potencialmente e não em ação segundo [PRIBERAM, 2017]. Atualmente, é muito comum utilizar-se o termo “virtual” como sinônimo de “digital”, significando aquilo que está na rede mundial de computadores.

Pode-se definir um museu virtual como uma ferramenta muito importante para disseminar a informação e o fato de executar em plataforma *web* possibilita o acesso ao mundo inteiro, espalhando muito mais a cultura e os conhecimentos.

O museu em ambiente virtual, estende o conhecimento além da fronteira do espaço físico, chegando no espaço virtual, o qual é mediado por tecnologias digitais, representadas pelos ambientes virtuais, por meio dos quais é possível elaborar propostas de divulgação para atingir um público bem maior [PETRUCCI, 2010].

Nas palavras de Andrews [ANDREWS; SCHWEIBENZ, 1998] um museu virtual é definido como:

[...] uma coleção logicamente relacionada de objetos digitais compostos de variados suportes que, em função de sua capacidade de proporcionar conectividade e vários pontos de acesso, possibilita-lhe transcender métodos tradicionais de comunicar e interagir com visitantes [...] não há lugar ou espaço físico, seus objetos e as informações relacionadas podem ser disseminados em todo o mundo.

Segundo Klimpel [KLIMPEL, 2013] embora o papel do museu continue vital as formas com que as tarefas de coletar, preservar, estudar e exibir os conteúdos, precisam mudar e se adaptar a era digital. Para o autor, ocorrem mudanças nas seguintes tarefas:

Preservação: os museus se deparam com um desafio para conservar suas coleções no mundo digital, uma vez que para executar esta tarefa eles dependem de *data centers*, empresas e especialistas externos.

Obtenção: hoje o museu virtual além de criar o objeto digital em si, precisa criar metadados sobre os objetos, pois o metadados são a chave para entender a coleção digital.

Exploração: as coleções digitalizadas expostas na rede mundial abrem incontáveis possibilidades de pesquisas. Para aproveitar as vantagens de tais oportunidades os museus precisam de duas condições básicas: eles precisam digitalizar suas coleções e tornar um inventário disponível online. Isto requer a padronização de metadados de tal forma que os registros possam ser efetivamente utilizados. Já estão surgindo padrões para definição de metadados para museus.

Exibição: as coleções físicas continuarão a serem expostas da forma que já estão, no entanto nas digitais é necessário criar adaptações, como por exemplo, para os dispositivos computacionais em geral, como computadores pessoais, *smartphones* e *tablets*.

Embora o termo “museu” remeta à ideia de museu histórico ou museu de arte, o conceito pode se referir à outros tipos de coleções. O museu abordado neste trabalho é o museu entomológico, entendido como uma coleção de insetos devidamente classificados.

2.2 Entomologia

A entomologia pode ser definida como o estudo dos insetos, todas suas atividades e relações. Sua importância se deve ao grande número de espécies e grupos de insetos, considerado o maior grupo de animais existentes [SANDERSON, 1917].

Sanderson define entomologia como uma ciência que estuda os insetos e tudo que diz a respeito [SANDERSON, 1917].

Segundo Lara [LARA, 1992] entomologia é uma área da zoologia a qual estuda os insetos, sendo responsável pelo estudo das características físicas, comportamentais e reprodutivas desse grupo de animais, assim como também sua relação com os outros seres

2.2.1 Insetos e suas classificações

A classificação ou taxonomia dos insetos é uma forma de organização por categorias, que agrupam os insetos de acordo com suas características comuns, assim como suas relações de parentesco evolutivo. A categoria básica é a espécie, que se define com os seres semelhantes que são capazes de se reproduzir naturalmente e gerar descendentes férteis. Animais desta mesma espécie são reunidos em outra categoria, o gênero, todos os que pertencem ao mesmo gênero são agrupados em famílias que são agrupados em ordens [DUARTE, 2007].

Na Figura 1 é apresentada a classificação dos insetos seguindo do mais abrangente (Ordem) até a menor (Espécie), que é o nome específico.

Figura 1 – Classificação dos Insetos

Ordem > Família > Gênero > Espécie

Fonte: Autor

Um inseto pode ser conhecido por diversos nomes no mundo. Para facilitar a identificação foi criado uma nomenclatura científica, a qual é adotada internacionalmente não somente para distinguir os insetos, mas todos os seres vivos. Dessa forma cria-se uma comunicação não ambígua entre todos os cientistas, seja qual for sua língua nativa.

De acordo com Cranston [CRANSTON, 2012] a nomenclatura científica criada por Lineu em 1735, denominada nomenclatura binomial, é composta por dois nomes, o primeiro define o gênero que é escrito em letra maiúscula e o segundo define a espécie, escrito em minúsculo, ambos escritos em Latin e em Itálico, gerando um nome único a cada organismo. Por exemplo, o vaga-lume pertencente ao gênero *Lampyris* e sua espécie denominada *noctiluca* tem o seu nome científico definido como *Lampyris noctiluca*.

2.3 Museus Entomológicos Existentes

Por meio de pesquisas foi possível encontrar alguns museus virtuais de entomologia existentes. Nesta subseção serão apresentadas algumas de suas características.

2.3.1 Museu de Entomologia USP

Museu virtual de entomologia da Universidade de São Paulo (USP) ¹ foi criado em 2004, com uma coleção de insetos que foi iniciada em 1965 no Departamento de Entomologia da Universidade. Atualmente conta com aproximadamente 8.000 espécies e a possibilidade de navegação em duas línguas (Inglês e Português). O motivo do projeto foi a disponibilização pública na *web* de uma coleção dos insetos do laboratório com fotografias das espécies, facilitando a identificação.

O site possibilita realizar a busca de três maneiras diferentes. O primeiro tipo de busca é a qual o usuário seleciona a ordem do inseto, posteriormente a família e por fim a subfamília, apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Busca Ordem > Família > Subfamília

Por Ordem+Família+Subfamília

[Ordem] [Família] [Subfamília] Procurar

Busca de espécies por Ordem+Família+Subfamília.

Fonte: www.me.esalq.usp.br

Pode-se observar na Figura 3 o resultado dessa busca, o qual é apresentado em uma tabela contendo todas as espécies existentes no museu pertencentes à filtragem realizada.

Ao clicar em uma espécie, uma nova janela é aberta contendo a foto do inseto em 2D, foto esta geralmente realizada por cima e em outros casos pela diagonal, exemplo apresentado na Figura 4.

O site possibilita apenas a visualização das espécies por meio das fotografias, ele não conta com nenhuma descrição da espécie, do gênero ou da família. Pode-se observar algumas fotos com má qualidade, desfocadas ou com ângulos inadequados.

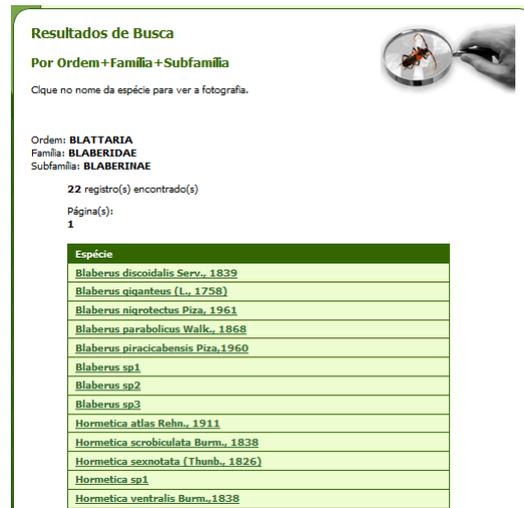
2.3.2 Strickland Entomological Museum

O Museu Virtual de Entomologia do Departamento de Ciências Biológicas da *University of Alberta (Strickland Entomological Museum)* ² foi criado em 2001 com o objetivo de fornecer o acesso eletrônico da coleção da universidade. É considerada uma das mais importantes do Canadá contendo aproximadamente um milhão de espécies.

¹ <http://www.me.esalq.usp.br/>

² <http://www.entomology.ualberta.ca/>

Figura 3 – Resultado da Busca



Resultados de Busca

Por Ordem+Família+Subfamília

Clique no nome da espécie para ver a fotografia.

Ordem: **BLATTARIA**
 Família: **BLABERIDAE**
 Subfamília: **BLABERINAE**

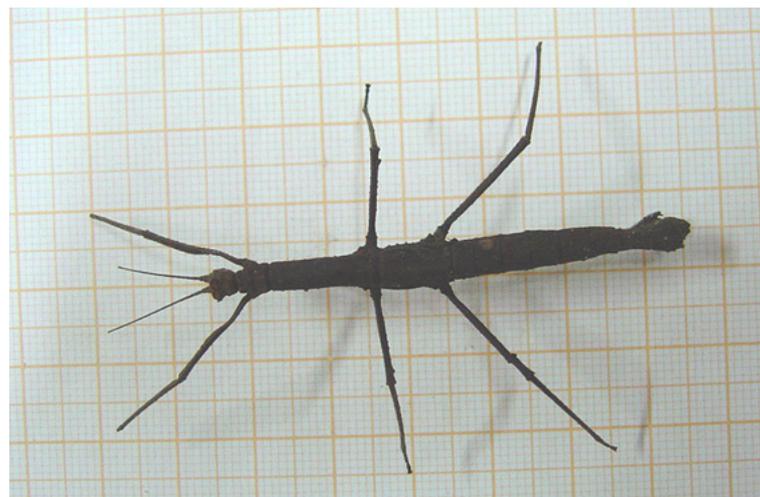
22 registro(s) encontrado(s)

Página(s):
 1

Espécie
Blaberus discoidalis Serv., 1839
Blaberus giganteus (L., 1758)
Blaberus nigropectus Piza, 1961
Blaberus parabolicus Walk., 1868
Blaberus piracicabensis Piza, 1960
Blaberus sp1
Blaberus sp2
Blaberus sp3
Hormetica atlas Rehn., 1911
Hormetica scrobiculata Burm., 1838
Hormetica sexnotata (Thunb., 1826)
Hormetica sp1
Hormetica ventralis Burm., 1838

Fonte: www.me.esalq.usp.br

Figura 4 – Exemplo de Apresentação da Espécie



Fonte: www.me.esalq.usp.br

O site fornece duas maneiras de encontrar as espécies no banco de dados. A primeira é a busca individual, em que deve ser informada a ordem da espécie e o nome científico, como apresentado na Figura 5.

No segundo tipo de busca, são apresentadas as ordens cadastradas na base de dados em sequência alfabética, contendo um menu com uma lista das características das famílias existentes como apresentado na Figura 6. Ao acessar uma delas são carregadas as espécies.

A forma de apresentação das espécies é semelhante ao primeiro museu, em 2D com as fotografias tiradas de perfil, no entanto contém uma linha com a medida em centímetros do tamanho do inseto. Um exemplo é apresentado na Figura 7

Figura 5 – Busca Individual

Search the Collection

Specimen Search
Search over 330,000 individual specimens held in the Museum's online database.

order
Coleoptera

scientific name or common name

Fonte: www.entomology.ualberta.ca

Figura 6 – Busca Aberta

Browse the Collection
Browse through hundreds of images by selecting one of the categories below.

<p>Acari</p>  <p>--Select a Category--</p>	<p>Araneae</p>  <p>--Select a Category--</p>	<p>Coleoptera</p>  <p>--Select a Category--</p> <ul style="list-style-type: none"> --Select a Category-- Bark Beetles Carrion Beetles Click Beetles Dermestid Beetles Fireflies Flea Beetles Ground Beetles Ladybird Beetles Leaf Beetles Long-Horned Beetles Metallic Wood Borers Pill Beetles Predaceous Diving Beetles Root-Eating Beetles Rove Beetles Scarabs Tiger Beetles Trout-Stream Beetles Weevils
<p>Diptera</p>  <p>Black Flies</p>	<p>Grylloblattodea</p>  <p>--Select a Category--</p>	
<p>Hymenoptera</p> 	<p>Lepidoptera</p> 	

Fonte: www.entomology.ualberta.ca

2.3.3 Museo Entomológico Francisco Luis Gallego

O Museu entomológico Francisco Luis Gallego da *Universidad Nacional de Colômbia*³, fundado em 2011, contém a virtualização das espécies da coleção física da universidade colombiana.

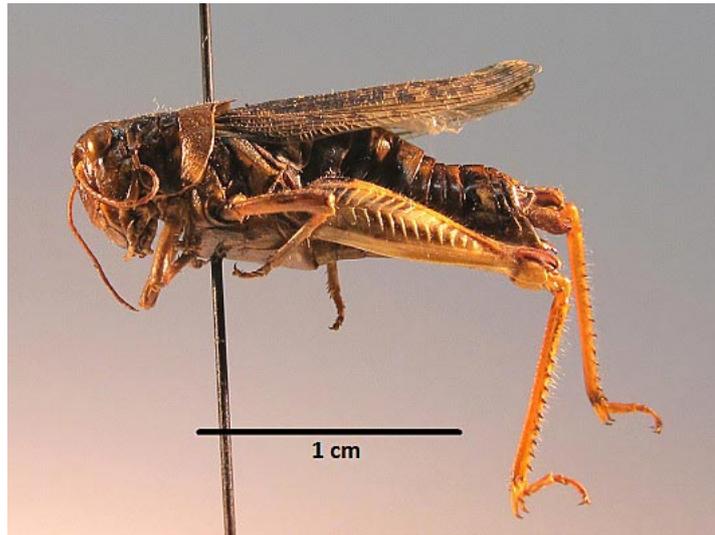
O site apresenta em sua página inicial 13 ordens mais conhecidas dos insetos e posteriormente cada família pertencente. Diferente dos outros, neste não é possível escolher a espécie para ser apresentada. Nele é carregado uma única imagem com maior resolução contendo todas as espécies existentes na coleção, que pertencem a família escolhida, como no exemplo mostrado na Figura 8. Pode-se observar que a foto é retirada por cima dos insetos, os quais são fixados em um painel e que as espécies são todas da mesma família.

2.4 Considerações Finais

Neste Capítulo foi apresentada uma breve revisão de literatura sobre museus e entomologia, bem como uma apresentação de alguns museus virtuais existentes. No pró-

³ <http://ciencias.medellin.unal.edu.co/museos/entomologico/>

Figura 7 – Exemplo de Apresentação da Espécie



***Melanoplus gladstoni* Scudder (female)**

CANADA, Alberta, Carbon, August 23, 1942

UASM326719 HMBird, U. of Alberta, Strickland Museum

Fonte: www.entomology.ualberta.ca

ximo capítulo será mostrado o desenvolvimento do museu entomológico virtual objeto deste trabalho.

Figura 8 – Exemplo de Apresentação da Espécie



Fonte: ciencias.medellin.unal.edu.co/museos/entomologico

3 ENTOMUSEU - MUSEU ENTOMOLÓGICO VIRTUAL

Neste capítulo é descrito o desenvolvimento do Museu Entomológico - EntoMuseu. Inicialmente, o modelo de processo de software utilizado será descrito. Também são mostrados os softwares utilizados e a forma de obtenção e tratamento das imagens. Por último, é apresentado o museu desenvolvido.

3.1 Modelo de Processo de Software Adotado

Quando se desenvolve um software, é necessário utilizar um modelo de processo, que é uma maneira de organizar as diversas atividades envolvidas. Segundo Sommerville [SOMMERVILLE, 2011], há três principais modelos de processo:

Modelo cascata: as atividades (especificação de requisitos, projeto de software, implementação e testes) são representadas como fases distintas que devem ser executadas em sequência;

Desenvolvimento incremental: o sistema é desenvolvido como uma série de versões, sendo que cada versão adiciona funcionalidades; e

Engenharia de software orientada a reuso: o sistema é construído por meio do reuso de componentes existentes.

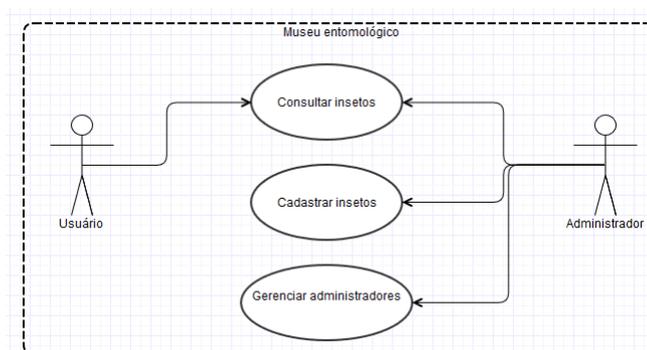
Para o desenvolvimento deste trabalho foi adotado o modelo incremental, embora de maneira informal. A escolha por este modelo se deveu ao fato de se tratar de um software pouco convencional, cujos requisitos não estavam totalmente especificados. Desta forma, foi desenvolvida uma implementação inicial do sistema, a qual está pronta para receber novos aprimoramentos por meio de versões posteriores. Esta primeira versão pode ser avaliada por usuários, que fornecem um valioso *feedback* que ajudará na implementação das versões posteriores.

3.2 Entomuseu

A presente versão do Museu Entomológico Virtual, conta com as funcionalidades consideradas principais para o funcionamento inicial do sistema ¹. Na Figura 9 é apresentado o diagrama de casos de uso, mostrando essas funcionalidades que são descritas a seguir.

¹ O museu virtual pode ser acessado em www.merlin.pro.br/entomuseu

Figura 9 – Diagrama de Caso de Uso



Fonte: Autor

O usuário comum tem a possibilidade de consultar as espécies na base do sistema. Após selecionar a espécie que deseja ele pode visualizar a imagem do inseto escolhido em 360 graus.

O usuário administrador possui duas funcionalidades, a primeira é o gerenciamento de usuários, por meio da qual pode cadastrar um novo administrador fornecendo um nome, login, e-mail e senha. Ele também pode consultar os usuários cadastrados no sistema, assim como excluí-los.

A segunda funcionalidade do administrador é o gerenciamento dos insetos. A primeira coisa a fazer é selecionar a ordem, a família e o gênero da nova espécie, posteriormente é necessário escrever o nome da espécie e uma descrição da mesma. Logo após cadastrar estas informações, o administrador deve obrigatoriamente enviar pelo menos o conjunto de imagens para um ângulo de visualização, sendo ele vertical ou horizontal ou se possível os dois, realizando um *upload* separado das imagens verticais e horizontais.

3.3 Ferramentas Utilizadas

Nesta seção é apresentada uma breve descrição das ferramentas utilizadas e necessárias para a construção do museu entomológico virtual. Para construção do protótipo foi utilizada a plataforma J2EE (*Java 2 Enterprise Edition*), mais especificamente JSF (*Java Server Faces*)². Como *container* e *web server* foi utilizado o servidor Tomcat³. Para persistir os dados foi utilizado o gerenciador de banco de dados PostgreSQL⁴. Para a elaboração da interface gráfica, a biblioteca Primefaces⁵. Na Tabela 1 são apresentadas as versões das ferramentas utilizadas no desenvolvimento. Optou-se pela plataforma *web* para que a aplicação seja acessível ao público sem restrições de localização.

² www.oracle.com

³ tomcat.apache.org

⁴ www.postgresql.org

⁵ www.primefaces.org

Tabela 1 – Especificações das Ferramentas Utilizadas

Ferramenta	Versão
JSF	2.2
TOMCAT	8.0.27
POSTGRESQL	9.5
PRIMEFACES	5.3
FFMPEG	3.3.3
INTERACTIVE 3D	1.1

3.3.1 Java Server Faces

Java Server Faces (JSF) é uma tecnologia Java para desenvolvimento de aplicações web do lado servidor [GEARY; HORSTMANN, 2004]. É composto por três partes:

- Um conjunto de componentes de interface gráfica pré-fabricados;
- Um modelo de programação dirigido a eventos; e
- Um modelo de componente que permite a utilização de componentes adicionais desenvolvidos por terceiros.

Com JSF o programador pode se dedicar à lógica sem se preocupar com detalhes das requisições e respostas das chamadas ao servidor.

3.3.2 Tomcat

Tomcat é um *servlet container*, um ambiente no qual os *servlets* são executados. *Servlets* são classes Java que processam as requisições e devolvem as respostas ao usuário [CHETTY, 2009]. Além disso, o servidor também executa classes Java comuns.

3.3.3 Banco de Dados

O sistema gerenciador de banco de dados utilizado no sistema foi o PostgreSQL 9.3.18, um software de código aberto que possui versão para todos os sistemas operacionais e conta com uma comunidade de desenvolvimento ativa ⁶.

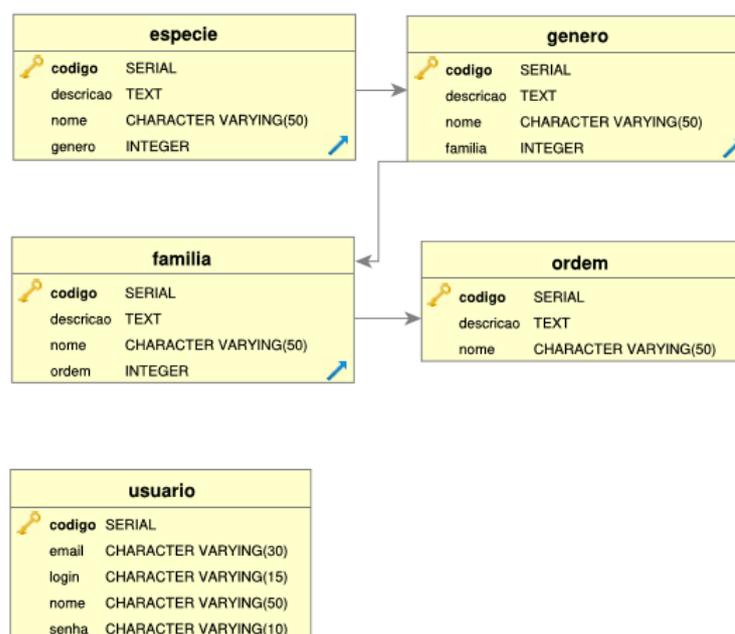
Na Figura 10 é apresentado o modelo entidade relacionamento do banco de dados do museu.

3.3.4 Primefaces

Primefaces é uma biblioteca de componentes que permite o desenvolvimento de “aplicações ricas para internet” (*Rich Internet Applications - RIA*), como são chamadas as

⁶ www.postgresql.org/about

Figura 10 – Modelo Entidade Relacionamento



Fonte: Autor

aplicações que executam em um navegador *web* [VARAKSIN; CALISKAN, 2013]. Componentes Primefaces são componentes visuais que fornecem suporte a AJAX de forma nativa. AJAX é um método de atualização de páginas que possibilita que uma parte da tela seja atualizada sem a necessidade de recarregar toda ela.

3.3.5 FFMpeg

FFmpeg é um programa de código aberto que é executado em linha de comando, compatível com Windows e Linux que é capaz de converter arquivos de um formato para outro. A funcionalidade utilizada neste trabalho foi a conversão de vídeos em imagens ⁷.

3.3.6 jQuery Interactive 3D

O *jQuery Interactive 3D* é um *script* de código aberto, responsável por criar um objeto em 3D por meio de um número definido de imagens ⁸. Nele existe um arquivo HTML e um código *JavaScript* responsáveis por unir as imagens e apresentar a visualização com a possibilidade de rotacioná-las em um ângulo de 360 graus.

3.4 Obtenção das imagens

Inicialmente, foi elaborado um filme de cada inseto, em que ele é girado completamente. Este filme foi transformado em imagens, com a utilização da ferramenta FFMpeg. Após

⁷ <https://www.ffmpeg.org/about.html>

⁸ <https://www.jqueryscript.net>

diversos testes, chegou-se à conclusão de que um conjunto de 15 imagens são necessárias para um bom resultado final. A realização da filmagem da espécie para posterior transformação em fotografias necessitou da construção de um artefato que girasse o inseto para que ele pudesse ser filmado. Este dispositivo apresentado nas Figuras 11 e 12 foi elaborado com placas de isopor, um motor de impressora (sucata), agulha de anestesia e uma bateria de 9 volts. A agulha foi presa no motor, cuja velocidade é controlada por meio de *dimmer*, e o inseto preso a ela. Uma câmera filma o giro de 360 graus do inseto, filme este que posteriormente será “quebrado” em fotografias. Cada filme dura cerca de 4 segundos. O processo é descrito por Guerino *et al.* [GUERINO *et al.*, 2017].

Figura 11 – Dispositivo de Gravação - Motor



Fonte: Autor

Figura 12 – Dispositivo de Gravação - Parte Interna



Fonte: Autor

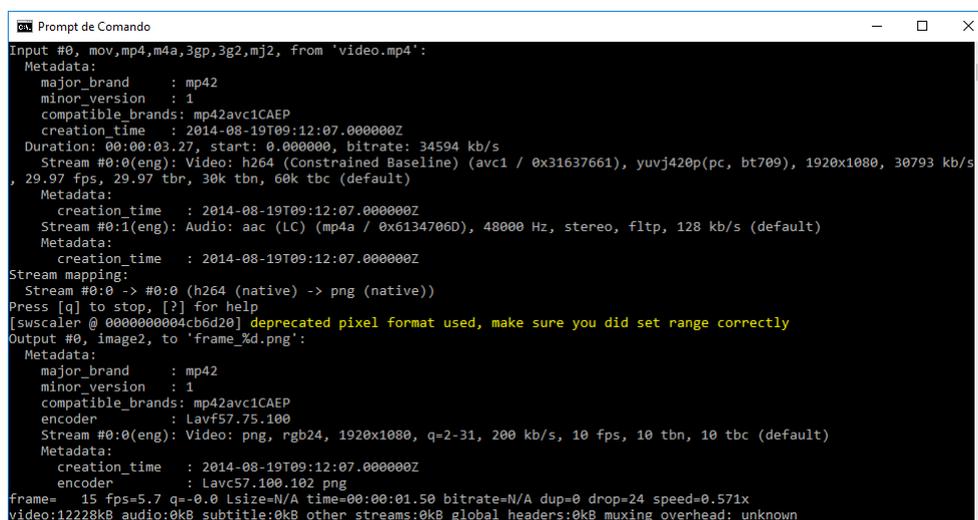
Para cada inseto foi realizado mais de uma filmagem, possibilitando posteriormente selecionar a melhor delas com finalidade de transformar em fotos com ótima qualidade.

3.4.1 Tratamento das imagens

Uma vez realizada a gravação, o próximo passo foi obter os *frames* dos vídeos. Isso foi possível por meio da utilização do FFmpeg, convertendo os vídeos em imagens. No

presente trabalho o programa foi executado no sistema operacional Windows 10 pelo “*prompt* de comando”, no qual se obteve o esperado sem dificuldades. A tela com a execução dos comandos é apresentada na Figura 13.

Figura 13 – Execução do FFMEG - Windows



```

Prompt de Comando
Input #0, mov,mp4,m4a,3gp,3g2,mj2, from 'video.mp4':
  Metadata:
    major_brand      : mp42
    minor_version    : 1
    compatible_brands: mp42avc1CAEP
    creation_time    : 2014-08-19T09:12:07.000000Z
  Duration: 00:00:03.27, start: 0.000000, bitrate: 34594 kb/s
  Stream #0:0(eng): Video: h264 (Constrained Baseline) (avc1 / 0x31637661), yuvj420p(pc, bt709), 1920x1080, 30793 kb/s, 29.97 fps, 29.97 tbr, 30k tbn, 60k tbc (default)
  Metadata:
    creation_time    : 2014-08-19T09:12:07.000000Z
  Stream #0:1(eng): Audio: aac (LC) (mp4a / 0x6134766D), 48000 Hz, stereo, fltp, 128 kb/s (default)
  Metadata:
    creation_time    : 2014-08-19T09:12:07.000000Z
Stream mapping:
  Stream #0:0 -> #0:0 (h264 (native) -> png (native))
Press [q] to stop, [?] for help
[swscaler @ 000000004cb6d20] deprecated pixel format used, make sure you did set range correctly
Output #0, image2, to 'frame_%d.png':
  Metadata:
    major_brand      : mp42
    minor_version    : 1
    compatible_brands: mp42avc1CAEP
    encoder          : Lavf57.75.100
  Stream #0:0(eng): Video: png, rgb24, 1920x1080, q=2-31, 200 kb/s, 10 fps, 10 tbn, 10 tbc (default)
  Metadata:
    creation_time    : 2014-08-19T09:12:07.000000Z
    encoder          : Lavc57.100.102 png
frame= 15 fps=5.7 q=-0.0 lsize=N/A time=00:00:01.50 bitrate=N/A dup=0 drop=24 speed=0.571x
video:12228kB audio:0kB subtitle:0kB other streams:0kB global headers:0kB muxing overhead: unknown

```

Fonte: Autor

A sintaxe utilizada para a maioria dos vídeos foi:

```
ffmpeg.exe -ss 00:00:00 -t 00:00:03 -i video.mp4 -qscale:v 2 -r 5.0 -frames 15 frame_%d.png
```

Em que, de acordo com [NETWORK, 2016]:

ffmpeg.exe: nome do programa

-ss 00:00:00: momento do início a partir do qual as imagens começam a ser geradas

-t 00:00:03: tempo de captura após o início, durante o qual as imagens serão obtidas

-i video.mp4: arquivo de origem (vídeo)

-qscale:v 2: qualidade das imagens geradas, cuja escala varia entre 2 e 31, sendo 31 a de pior qualidade

-r 5.0: quantidade de *frames* por segundo que devem ser capturadas

-frames 15: quantidade máxima de *frames* que devem ser gerados

frame_%d.png: nome dos arquivos de saída (imagens)

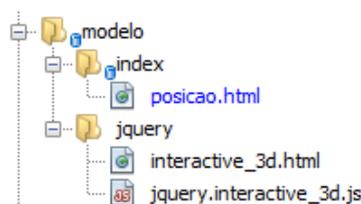
Após a obtenção das imagens, o próximo passo é transferi-las para o museu entomológico virtual, descrito a seguir.

3.4.2 Transferência das Imagens

Com todas as imagens prontas, elas devem se transferidas para o diretório do *jQuery Interactive 3D*, o qual permite visualizar as 15 imagens como um objeto 3D.

Para exportar as imagens, no servidor foi criado um diretório que serve como um modelo para elaboração dos arquivos de configuração de cada espécie, apresentado na Figura 14. No diretório denominado *modelo* existem duas pastas, a primeira (*index*) contém um arquivo criado em HTML o qual é responsável por distinguir o tipo de visualização que o usuário deseja (horizontal ou vertical) e redirecioná-lo corretamente para tal visualização. Já na segunda pasta (*jquery*) contém os arquivos do *Interactive 3D*.

Figura 14 – Diretório Modelo



Fonte: Autor

Quando o servidor recebe um *upload* das imagens, primeiramente ele prepara o diretório no qual persistirá as imagens e os arquivos de configuração, isto é realizado para cada novo inseto cadastrado. Este diretório é criado seguindo cinco passos, descritos a seguir:

1. Inicialmente é criada uma pasta cujo nome é o ID do inseto que está sendo cadastrado;
2. Para dentro dessa pasta é copiado do diretório modelo o arquivo “index.html”;
3. Ainda dentro dela, cria-se mais duas pastas, a “horizontal” e a “vertical”;
4. Dentro de cada uma são copiados os dois arquivos contidos dentro da pasta “jquery” do diretório modelo;
5. Finalmente são gravadas as imagens do *upload* dentro da pasta correspondente a seu tipo de visualização, com todos os arquivos de configuração criados e configurados.

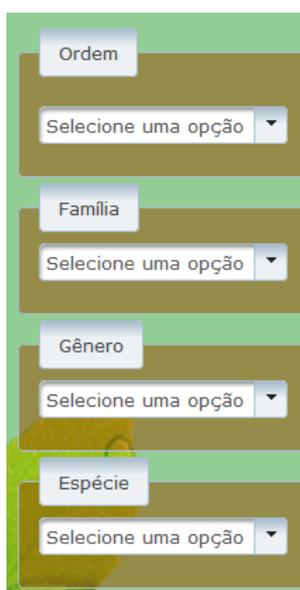
3.5 Funcionamento

Nesta seção é apresentado o funcionamento do museu.

3.5.1 Utilização pelo público

Para consultar a imagem de um inseto, primeiramente o usuário seleciona a ordem desejada, a família, o gênero e por fim a espécie que será apresentada para visualização em 360°. Um exemplo de busca apresentado na Figura 15.

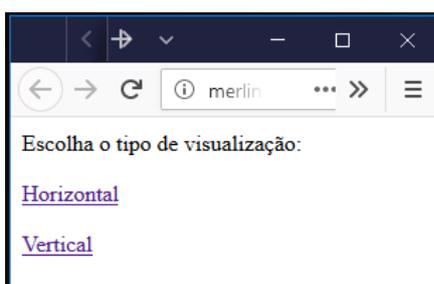
Figura 15 – Busca na Base de Dados

A imagem mostra um formulário de busca vertical com quatro seções. Cada seção tem um rótulo em um botão cinza e um campo de seleção com o texto 'Selecione uma opção' e uma seta para baixo. As seções são: 'Ordem', 'Família', 'Gênero' e 'Espécie'. O formulário tem um fundo verde claro e as seções são separadas por linhas brancas.

Fonte: Autor

Após a escolha da espécie abre-se uma tela no qual o usuário escolhe o tipo de visualização desejada do inseto, tela apresentada na Figura 16.

Figura 16 – Escolha de Visualização Desejada



Fonte: Autor

No sistema também foi implementado uma “busca avançada”, para que se torne mais fácil ao usuário encontrar as espécies e até mais cômodo para os usuários que possuem um maior conhecimento. Nessa busca é possível encontrar todas as espécies pertencentes a uma ordem, família ou gênero específico. Além disso, também é possível procurar um inseto utilizando seu nome científico ou pelo menos uma parte que compõe seu nome. Exemplo de busca é apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Busca Avançada

Museu Entomológico Virtual [Sair](#)

Ordem	Familia	Genero	Nome
Selecione uma opção ▾	Selecione uma opção ▾	Selecione uma opção ▾	<input type="text"/>
Visualizar espécies	Visualizar espécies	Visualizar espécies	Visualizar espécies

Resultado

Nenhum inseto nesta seleção.

Fonte: Autor

Na aplicação desenvolvida destaca-se na forma de apresentação das espécies para o usuário, permitindo que as imagens sejam giradas em 360 graus, visualizando o inseto com muito mais detalhes, uma vez que pode observá-la por diversos ângulos.

Na Figura 18 são apresentados três momentos de observação de um inseto. É importante ressaltar que o usuário pode girar o inseto com o mouse, movimento este impossível de representar em um documento impresso.

Figura 18 – Espécie Visualizada em Três Ângulos



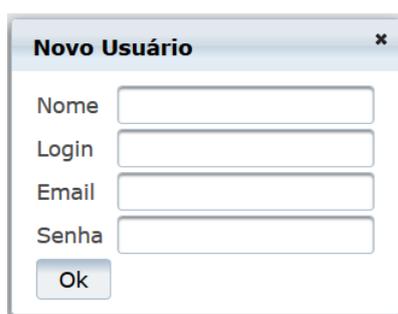
Fonte: Autor

3.5.2 Utilização pelo usuário administrador

O administrador possui duas funcionalidades: gerenciar usuários e gerenciar insetos.

A primeira funcionalidade do administrador é o gerenciamento de usuários, que permite a ele cadastrar um novo administrador. Para esse cadastro é necessário fornecer os dados apresentados na Figura 19. O administrador também tem privilégios de consultar os usuários cadastrados no sistema, assim como pode excluí-los.

Figura 19 – Cadastro de um Administrador

A screenshot of a web form titled 'Novo Usuário' (New User). The form has a title bar with a close button (x). It contains four input fields: 'Nome' (Name), 'Login', 'Email', and 'Senha' (Password). Below the fields is an 'Ok' button.

Fonte: Autor

Na Figura 20 é apresentada a interface do administrador para gerenciamento de todos os usuários cadastrados.

A segunda funcionalidade do administrador é o gerenciamento dos insetos. Para cadastrar uma espécie, a primeira coisa a fazer é selecionar a ordem, a família e o gênero da nova espécie, posteriormente é necessário informar o nome da espécie e uma descrição da mesma. A tela do cadastro é apresentada na Figura 21.

Figura 20 – Gerenciamento de Usuários

Museu Entomológico Virtual [Sair](#)

[Novo Usuário](#) [Voltar](#)

Código	Nome	Login	Email	Excluir
4	Clark Kent	clark	clark@kent.com	Excluir
3	Harry Potter	potter	harry@potter.com	Excluir
2	James Bond	james	james@bond.com	Excluir
1	Mateus Simon	mateus	mateus@uenp.edu.br	Excluir

Fonte: Autor

Figura 21 – Cadastro de Inseto

Cadastro

Ordem

Família

Gênero

Espécie

Descrição

Fonte: Autor

Logo após cadastrar as informações, o usuário administrador obrigatoriamente deve enviar as fotos para pelo menos um ângulo de visualização, seja ele vertical e/ou horizontal. Esse *upload* é realizado separadamente.

A pagina de *upload* é apresentada na Figura 22.

Figura 22 – *Upload* das Imagens

Horizontal

Obs: Selecione as 15 imagens de uma vez.
Caso não tenha, deixar em branco.

Vertical

Obs: Selecione as 15 imagens de uma vez.
Caso não tenha, deixar em branco.

Fonte: Autor

Uma vez realizado o *upload* as imagens são enviadas para o servidor, tornando acessível para o público a visualização de 360 graus do inseto cadastrado no sistema.

3.6 Considerações Finais

Neste Capítulo foi descrita a aplicação desenvolvida, as ferramentas utilizadas, o método de obtenção das imagens e a estruturação dos diretórios que conterão as imagens e *scripts*. Além disso, foi mostrada como é a utilização do museu virtual pelo público em geral e pelos administradores. No próximo Capítulo serão mostrados os resultados e discussão.

4 RESULTADOS

Neste trabalho um museu entomológico virtual foi desenvolvido. Este produto de software apresenta características diferentes de alguns museus existentes. Assim, neste capítulo são apresentadas algumas comparações entre o EntoMuseu e coleções físicas, bem como entre este e museus existentes. Em seguida é mostrada uma avaliação por usuários.

4.1 Comparação com coleções físicas

A forma convencional de se ter coleções de insetos é manter exemplares reais das espécies conservados por meio de produtos químicos. Nos museus entomológicos, segundo [OBARA; SILVA, 2014] para manter uma espécie conservada por mais tempo precisa-se de alguns cuidados periódicos, como por exemplo nas caixas dos insetos deve existir uma quantidade de naftalina para evitar aparição de micro organismos que consomem os insetos. Mesmo com a utilização dessa substância, com o decorrer do tempo as espécies tendem a se decompor naturalmente, ocasionando em uma perda dos exemplares da coleção de insetos com o decorrer do tempo. Já no ambiente virtual os insetos nunca irão entrar em estado de decomposição. Outra vantagem que também destaca o museu virtual é a sua acessibilidade, uma vez que pode ser consultado em qualquer lugar do mundo que tenha conexão com a internet, podendo na maioria dos casos ser mais cômodo.

4.2 Comparação com museus existentes

Anteriormente neste texto, foram apresentados, na fundamentação teórica, exemplos de alguns museus virtuais existentes e mostradas suas características. Em alguns museus virtuais, são mostradas apenas fotografias de insetos, geralmente tiradas da parte superior, o que limita bastante a observação. Em outros casos, a fotografia mostra um conjunto de espécies de uma determinada família, dificultando a observação dos detalhes.

No EntoMuseu, por outro lado, é possível girar o inseto e observá-lo por vários ângulos. Além disso, são disponibilizadas duas opções de visualização: horizontal e vertical, o que enriquece ainda mais a observação.

4.3 Avaliação por critérios de museologia

De acordo com Morville & Rosenfeld *apud* Petrucci [PETRUCCI, 2010] comentando arquitetura da informação para ambientes virtuais, dizem que estes devem combinar quatro elementos:

- Organização: determina a organização e categorização da informação;
- Navegação: possibilidade de o usuário interagir com a máquina;
- Rotulação: criação de identificação que possibilite a busca posterior; e
- Busca: Possibilidade de buscar em um banco de dados.

No museu entomológico virtual o elemento organização classifica as espécies em três categorias: ordem, família e gênero. Na navegação esta garantida pela interface *web* na qual é possível selecionar os insetos e o ângulo que se deseja visualizar. Já a rotulação está presente no momento de cadastro das espécies, as quais recebem o nome científico para sua identificação. A busca, em se tratando de um sistema de consulta, pode ser considerada um dos principais elementos do museu, por isso, uma atenção especial foi dada a ela quando do desenvolvimento do ambiente.

Já Deloche [2005] *apud* Jahn [JAHN, 2016], quando se considera o uso da imagem de natureza digital, diz que o museu deve cumprir pelo menos três de suas funções mais importantes:

- Preservação
- Exposição
- Estudo

Considerando o EntoMuseu, a questão da preservação tem o sentido de manter a espécie original intacta sem riscos de sofrer danos, enquanto se expõe a imagem digitalizada dela. Já a exposição é a disponibilização das imagens das espécies da coleção, tornando acessível a visualização pelos usuários. O estudo está presente na possibilidade de consultar as informações descritas de cada espécie, como o seu tamanho e *habitat*. Em resumo, o museu virtual desenvolvido pode cumprir as três funções descritas por Deloche.

4.4 Avaliação pelo público

Uma vez que o software tem possibilidades educacionais, considerou-se conveniente submetê-lo à análise por eventuais usuários. Trata-se de uma análise qualitativa, uma vez que buscou-se opiniões subjetivas dos sujeitos participantes [SUZUKI; STEINLE; BATTINI, 2009].

Para a análise, foi elaborado um questionário e aplicado com alunos que cursaram a disciplina Entomologia Agrícola do curso de Agronomia. Foi utilizado a escala de Likert, a qual estabelece cinco possibilidades de respostas:

1. - Discordo plenamente
2. - Discordo
3. - Neutro
4. - Concordo
5. - Concordo plenamente

4.4.1 Resultados da Avaliação

A seguir são apresentadas as questões aplicadas e os resultados obtidos por meio da avaliação, a qual foi realizada com cinco alunos do curso de agronomia da UENP. As questões de 1 a 8 foram extraídas de Teixeira [TEIXEIRA, 2015] e as demais criadas pelo autor deste trabalho.

Questão 1: Eu acho o sistema desnecessariamente complexo?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	3	60
Discordo	1	20
Neutro	1	20
Concordo	0	0
Concordo plenamente	0	0

Questão 2: Eu achei o sistema fácil de usar?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	1	20
Neutro	0	0
Concordo	2	40
Concordo plenamente	2	40

Questão 3: Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimento técnicos para utilizar o sistemas?

Questão 4: Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	3	80
Discordo	2	20
Neutro	0	0
Concordo	0	0
Concordo plenamente	0	0

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	0	0
Neutro	2	40
Concordo	2	40
Concordo plenamente	1	20

Questão 5: Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	0	0
Neutro	0	0
Concordo	2	40
Concordo plenamente	3	60

Questão 6: Eu achei o sistema atrapalhado de usar?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	4	80
Discordo	1	20
Neutro	0	0
Concordo	0	0
Concordo plenamente	0	0

Questão 7: Eu me senti confiante ao usar o sistema?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	0	0
Neutro	0	0
Concordo	3	60
Concordo plenamente	2	40

Questão 8: Eu precisei aprender várias coisas novas antes de usar o sistema?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	1	20
Discordo	4	80
Neutro	0	0
Concordo	0	0
Concordo plenamente	0	0

Questão 9: Para estudo da entomologia, um museu virtual é importante?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	0	0
Neutro	0	0
Concordo	0	0
Concordo plenamente	5	100

Questão 10: Com a visualização das espécies em 360 graus é possível observar melhor os detalhes do que em uma fotografia 2D?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	0	0
Neutro	0	0
Concordo	0	0
Concordo plenamente	5	100

Questão 11: A visualização em 360 graus é tão rica quanto a observação real?

Resposta	Quantidade	%
Discordo plenamente	0	0
Discordo	0	0
Neutro	0	0
Concordo	3	60
Concordo plenamente	2	40

No final da folha do questionário, foi reservado um espaço para que os participantes pudessem escrever opcionalmente seus comentários e sugestões referentes ao sistema.

As repostas foram que o sistema deveria possibilitar a busca das espécies utilizando o nome popular e não somente por meio do nome científico. Também sugeriram que a visualização da espécie tanto na vertical como na horizontal, poderia permitir realizar uma aproximação(*zoom*) das imagens para observar ainda mais os detalhes dos insetos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi relatado o desenvolvimento de um museu entomológico virtual de baixo custo. A forma de disponibilização das imagens permite que o usuário as gire em 360 graus, podendo observar os detalhes de cada espécie. Esta observação é importante no contexto educacional, uma vez que o estudo dos insetos é importante em diversas áreas, como Biologia e Agronomia. O fato de estar disponível na *web* torna mais acessível e, embora sem a mesma riqueza de detalhes que teria uma observação do inseto real, permite a observação de qualquer lugar e em qualquer hora, o que não é possível em coleções físicas presentes em museus ou laboratórios de pesquisa. É importante citar que o método utilizado é inovador, uma vez que utiliza materiais de baixo custo e softwares livres para tratamento das imagens.

Embora o produto desenvolvido encontre-se na fase de protótipo, pode ser avaliado positivamente, tanto por critérios presentes na literatura quanto pela opinião de usuários (estudantes de entomologia). Considerando-se que, de maneira geral, a tendência é migrar as bases de conhecimento para a *web*, a criação de museus virtuais, incluindo os museus entomológicos, é extremamente importante. Por isso, o desenvolvimento de métodos simples e de baixo custo como o apresentado neste trabalho, mostram-se fundamentais.

O museu virtual desenvolvido é uma primeira versão de um trabalho com boas perspectivas de continuidade. Uma importante melhoria seria criar uma interface gráfica amigável para criação das imagens das espécies, evitando a utilização de linha de comando. Isto eliminaria a necessidade de conhecimentos de computação por parte do usuário que fosse alimentar a base com novos insetos, permitindo, por exemplo, que um estagiário de laboratório inserisse novas espécies. Outra melhoria seria a virtualização de insetos de tamanho muito reduzido, com algum método que gerasse uma imagem ampliada sem perda de qualidade. A vantagem desta imagem ampliada é a possibilidade de visualização de detalhes imperceptíveis sem a necessidade de equipamentos (microscópios).

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, J.; SCHWEIBENZ, W. The kress study collection virtual museum project, a new medium for old masters. *Art Documentation*, v. 17, n. 1, p. 19–27, 1998.
- CHETTY, D. *Tomcat 6 Developer's Guide*. Birmingham: Packt Publishing, 2009.
- CRANSTON, P. J. G. *Os Insetos: Um Resumo de Entomologia*. 4. ed. São Paulo: Gen Roca, 2012.
- DUARTE, M. *Classificação dos Seres Vivos*. 3. ed. Matosinhos, Portugal: 7graus, 2007.
- GEARY, D.; HORSTMANN, C. *Core JavaServer Faces*. Santa Clara: Addison Wesley, 2004.
- GUERINO, G. C. et al. Desenvolvimento de museu entomológico virtual de baixo custo. In: *Anais do III Encontro de Integração UENP*. [S.l.: s.n.], 2017.
- JAHN, A. R. M. *O museu que nunca fecha: A exposição virtual digital como um programa de ação educativa*. Tese (Doutorado) — Escola de Comunicação e Artes - Universidade de São Paulo, 2016.
- KLIMPEL, P. Where do museums stand in the digital age? private companies, heritage institutions and the civil society. In: *NEMO 21st Annual Conference Documentation*. [S.l.: s.n.], 2013.
- LARA, F. M. *Princípios de Entomologia*. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1992.
- MUSEUMS, I. C. of. *Museum Definition*. 2017. <<http://icom.museum/the-vision/museum-definition/L/0/>>. [Online; acessado 15-agosto-2017].
- NETWORK, H. *Software Installation and Pre-processing*. 2016. <<https://hydrologicnetwork.com/lessons/software-installation-and-pre-processing>>. [Online; acessado 03-outubro-2017].
- OBARA, D. M. V. W. M.; SILVA, R. A. da. *Procedimentos de captura, montagem, conservação e envio*. Curitiba: SciELO Books, 2014.
- PETRUCCI, M. R. *Ambientes Virtuais: Educação e cultura na construção do museu virtual José Américo de Almeida*. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal da Paraíba, 2010.
- PRIBERAM. *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa*. Priberam, 2017. [Online; acessado 21-janeiro-2017]. Disponível em: <<https://www.priberam.pt/dlpo/virtual>>.
- SANDERSON, E. D. *School Entomology: An Elementary Textbook of Entomology*. New York: John Wiley & Sons, 1917.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

- SUZUKI, J. T. F.; STEINLE, M. C. B.; BATTINI, O. *TCC Elaboração e Redação*. Londrina: Redacional Livraria, 2009.
- TEIXEIRA, F. *O que é o SUS (System Usability Scale) e como usá-lo em seu site*. 2015. [Online; acessado 16-outubro-2017]. Disponível em: <<http://brasil.uxdesign.c>>.
- VARAKSIN, O.; CALISKAN, M. *PrimeFaces Cookbook*. Birmingham UK: Packt Publishing, 2013.
- VIÇOSA, U. F. de. *Importância e Diversidade dos Insetos*. 2017. <<http://www.insecta.ufv.br>>. [Online; acessado 16-outubro-2017].
- WAZLAWICK, R. S. *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.