

Criação de banco de imagens de insetos aquáticos e sua eficácia comparada a outros instrumentos de identificação taxonômica

Image bank of aquatic insects and its efficiency compared to others instruments of taxonomic identification

Alison Bramuth¹, Diogo França¹, Henrique Paprocki¹

¹Departamento de Ciências Biológicas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Campus Betim, Rua do Rosário, 1081, Bairro Angola, CEP32604-115, Betim, Minas Gerais. alisonbrcosta@hotmail.com

ABSTRACT: It is evident the importance of taxonomy for natural resources management. However, current taxonomic tools do not keep up with the growing need to generate knowledge for environmental management. Waterways are a vital natural resource that has suffered the impact of a growing economy. Biomonitoring of water quality using aquatic insects is an important tool for the management of watercourses. The objective of this project was to create an aquatic insects image bank, to optimize identification. The image bank has photographic plates and taxonomic characteristics that allow the classification at family level and in some cases the generic level. We confronted the effectiveness of image bank with identification keys and a book with keys and illustrations, through assessments made by students of PUC Minas. The average time speed of identification was lower using the image bank ($p < 0,01$). The amount of right answers and reliability of the students in their responses were significantly greater than with the use of other tools ($p < 0,01$). The images bank showed itself as a tool that allows quick and easy access to information, being able to become a significant change in taxonomic studies.

Keywords: taxonomy; aquatic macroinvertebrates; photography; biomonitoring.

RESUMO: É evidente a importância da taxonomia na gestão de recursos naturais. Porém, os instrumentos taxonômicos atuais não acompanham a crescente necessidade de gerar conhecimento para a gestão ambiental. Cursos d'água são recursos naturais vitais que têm sofrido com os impactos provocados pela crescente economia. O biomonitoramento com insetos aquáticos é uma ferramenta importante na gestão dos cursos d'água. O objetivo deste trabalho foi criar um banco de imagens de insetos aquáticos, para trabalhos de identificação. O banco de imagens criado possui pranchas fotográficas dos indivíduos e características taxonômicas que permitem a classificação ao nível de família e em alguns casos ao nível genérico. Foi confrontada a eficácia do banco de imagens com chaves de identificação e com um livro com

chaves e ilustrações, através de identificações realizadas por alunos da PUC Minas. O tempo de identificação foi menor com o uso do banco de imagens ($p < 0,01$). Quantidade de acertos e a confiança dos alunos em suas respostas foram significativamente maiores do que com o uso dos outros instrumentos ($p < 0,01$). O banco de imagens mostrou ser um instrumento que permite acesso rápido e fácil à informação, sendo capaz de mudar significativamente os estudos taxonômicos.

Palavras-chave: taxonomia; macroinvertebrados aquáticos; fotografia; biomonitoramento.

INTRODUÇÃO

No meio científico atual há uma constante necessidade de atualização e inovação dos instrumentos de divulgação e obtenção de dados científicos. A taxonomia, por exemplo, é um campo de alta produção de conhecimento no que diz respeito à descrição de novas espécies. Segundo dados do SOS Report (TEMPE, 2011) foram descritas 19.232 novas espécies no ano de 2009. A taxonomia recebe importância especial no filo dos artrópodes devido sua imensa diversidade. Basset *et al.* (2012) estimaram que um único hectare de floresta tropical pode ser habitado por uma média de 18.439 espécies de artrópodes. Porém, apesar da alta produtividade, os taxonomistas estão reunindo informações morfológicas e descrevendo espécies como têm feito há 250 anos (LASALLE *et al.*, 2009). Wheeler, Raven e Wilson (2004) afirmam que os instrumentos taxonômicos atuais foram de grande serventia durante séculos, mas que sozinhos são insuficientes para enfrentar o desafio de descrever espécies no acelerado ritmo exigido pela presente situação global. A taxonomia possui crescente importância na obtenção de conhecimento ecossistêmico que auxilie na gestão de recursos naturais em uma época de mudanças globais (LASALLE *et al.*, 2009). Nosso atual modelo de desenvolvimento, é baseado estritamente na busca do poder econômico e tem como base a utilização desregrada dos recursos naturais (ZAGO, 2008). Este amplo uso dos recursos pode causar altas taxas de extinção, inclusive de espécies ainda não descritas.

A água é um dos recursos naturais mais importantes na face da Terra. Possui propriedades físico-químicas únicas, sendo componente estrutural para a manutenção do equilíbrio biótico e abiótico dentro de um sistema. Sua função, essencial em diversas atividades humanas, contribuiu para que as primeiras civilizações se estabelecessem próximo a cursos

d'água (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012). Nos dias atuais continua sendo um recurso fundamental para o crescimento socioeconômico, de forma a ser um importante vetor para induzir o investimento em determinada área (ALMEIDA *et al.*, 2009). Os recursos hídricos têm sido explorados de forma intensiva e para diversos usos, entre os quais se apresentam: agropecuária, geração de energia, insumo industrial, higiene pessoal e ambiental, diluição de efluentes industriais e dejetos orgânicos. Apesar de ser um recurso renovável, o não comprometimento com a manutenção da qualidade da água pode afetar negativamente sua disponibilidade para usos específicos como a dessedentação humana (MOTTA, 1996). Para avaliar o estado de conservação de um ambiente ou para estudar o impacto de um poluente, uma técnica eficaz, porém ainda incipiente no Brasil, é o biomonitoramento ou bioindicação. Este método é baseado no fato que um estímulo ambiental ou oriundo de um poluente irá provocar resposta nos organismos vivos (LIMA, 2001). Para manter o uso sustentável dos cursos d'água são necessários estudos e avaliações destes ambientes. Para tal, um recurso que vem sendo muito utilizado é o biomonitoramento através de macroinvertebrados bentônicos.

Os macroinvertebrados bentônicos representam vital importância para a funcionalidade dos ecossistemas aquáticos e na avaliação das ações antrópicas neste ambiente. Apesar de ainda incipiente no Brasil, já existem registros no país de uso dos macroinvertebrados bentônicos em trabalhos de biomonitoramento por algumas organizações e instituições acadêmicas, em estudos de qualidade de água e em ambientes com impactos causados por reservatórios e poluição (KUHLMANN *et al.*, 2001). Os insetos aquáticos compõem um dos grupos de macroinvertebrados bentônicos mais utilizados em avaliações ambientais. Esta preferência é baseada na capacidade do grupo em revelar fontes de poluição mesmo se essa fonte não apresentar poluentes no momento (Bonada *et al.*, 2006). Neste contexto, instrumentos taxonômicos de qualidade que auxiliem a identificação de insetos aquáticos seriam de grande utilidade, não somente em estudos taxonômicos, mas também em avaliações de impactos ambientais. Dentre as muitas ferramentas que podem ser utilizadas para acelerar o processo taxonômico, se encontram os de bancos de imagens que possam, de forma efetiva, oferecer a visualização de características morfológicas, classificações taxonômicas, chaves de identificação, inclusão e revisão de distribuição geográfica de espécies e demais artifícios.

Neste trabalho, foi construído um banco de imagens de insetos aquáticos como um instrumento taxonômico que acelere e adicione qualidade ao processo identificação com enfoque nas fases aquáticas dos indivíduos. O banco de imagens pode ser usado em estudos

taxonômicos e seus diversos fins, como por exemplo, análises de qualidade da água, avaliações de impactos ambientais, biomonitoramentos, assim como para fins educacionais.

O banco de imagens é composto por pranchas com fotografias dos indivíduos em estado larval/ninfal. Em cada prancha há a classificação taxonômica do indivíduo e sua morfologia diagnóstica, com os caracteres principais destacados. Ao final da prancha encontram-se links de acesso aos seguintes bancos de dados online: EOL (Encyclopedia Of Life), BOLD (The Barcode Of Life Data Systems) e ITIS (Integrated Taxonomic Information System).

METODOLOGIA

Os espécimes deste banco de imagens são oriundos de reservatórios artificiais utilizados para a produção de energia elétrica e em ecossistemas lóticos de seus tributários, pertencentes à Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). As coletas de indivíduos foram parte de biomonitoramento limnológico das Usinas Hidrelétricas de Volta Grande, Jaguará e Igarapava, na Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Grande, pertencentes à CEMIG. Para a construção do banco de imagens foram utilizados indivíduos das ordens Diptera, Coleoptera, Megaloptera, Hemiptera, Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, com 32 famílias distintas.

As fotografias foram obtidas em estereomicroscópio Olympus SZX7, acoplado com uma Câmera Digital Olympus SC30, e um computador DELL modelo Optiplex 790, com software de análise de imagens Olympus analySIS getIT instalado. Aspectos da fotografia como nível de aumento, luz (direção, intensidade) e fundo de imagem foram adaptados de acordo com as peculiaridades de cada indivíduo.

A fotografia em estereomicroscópio possui baixa profundidade de campo e não permite foco ideal em mais de um plano. Assim sendo, fotografias foram retiradas em vários focos com intuito de suprir essa deficiência e melhorar a qualidade das imagens. As fotografias foram trabalhadas no software Adobe® Photoshop® CS6 13.0, que permitiu unir os focos, através da técnica “mesclagem de imagens” e retirar os ruídos.

Para estruturação do banco de imagens foram montadas pranchas fotográficas para cada indivíduo. As pranchas possuem foto com visão total do indivíduo e fotos que destacam características taxonômicas além da classificação até o nível de família (quando possível, até o nível de gênero), informações taxonômicas e links de acesso para o EOL, BOLD e ITIS. O banco

de imagens também possui glossário de termos entomológicos para facilitar o entendimento dos termos utilizados.

As características taxonômicas descritas nas pranchas permitem a rápida identificação do indivíduo até o nível de família e, em alguns casos, até o nível genérico. As características escolhidas foram embasadas nas seguintes fontes bibliográficas: Azevedo e Hamada (2008); Belmont, Salles e Hamada (2012); Calor (2007); Costa e Simonka (2006); Lecci e Froehlich (2007); Mariano e Froehlich (2007); Pérez (1988); Pinho (2008); Souza, Costa e Oldrini (2007).

Com o objetivo de avaliar a eficiência do banco de imagem frente a outros recursos de identificação, foram aplicados um experimento de identificação e um questionário a alunos de ensino superior. Este experimento contou com a participação de catorze alunos que cursavam ou concluíram a disciplina de Zoologia de Invertebrados Celomados, oferecida pelo Departamento de Ciências Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Campus Betim, para estudantes de distintos períodos do curso de Ciências Biológicas, ênfase em Gestão Ambiental.

Uma versão piloto do banco de imagens foi disponibilizada para o experimento de eficácia. A versão piloto apresentou as ordens Coleoptera (família Elmidae), Diptera (famílias Ceratopogonidae e Chironomidae), Hemiptera (família Veliidae), Odonata (família Gomphidae), Plecoptera (família Perlidae) e Trichoptera (famílias Hydropsychidae, Odontoceratidae, Policentropodidae e Hydrobiosidae). A identificação dos indivíduos até o nível de família foi solicitada aos alunos, que passaram por nove estereomicroscópios com aumento de 20x e 40x, cada um contendo uma ninfa de inseto aquático distinto. Foram montados três grupos, contendo três estereomicroscópios cada. Cada aluno participante realizou uma identificação em cada um dos estereomicroscópios. Com um número amostral de quatorze alunos obteve-se um total de 126 identificações. Em cada grupo de estereomicroscópios, o aluno utilizava um instrumento distinto para identificação dos indivíduos. Os instrumentos utilizados foram: um livro que possui chaves e ilustrações dos indivíduos, chaves de identificação e o banco de imagens. O aluno ajustava o estereomicroscópio conforme desejava e então começava identificação do inseto aquático, utilizando o instrumento taxonômico do grupo em que se encontrava. Foi cronometrado o tempo de identificação desde o começo do uso do instrumento, após o ajuste de foco, até a resposta do aluno, com um tempo limite de três minutos para cada identificação. Após passar pelos três grupos de estereomicroscópios, ou seja, ter utilizado os três instrumentos de identificação, o aluno respondia o questionário que visava apurar o nível de confiança do aluno

na identificação, a praticidade de cada instrumento e a qualidade das imagens do banco de imagens. Os dados foram analisados estatisticamente no programa BioStat (versão 2009) através do Teste de Scheffé da diferença completamente significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A porcentagem de identificações corretas foi de 10% utilizando o livro, 31% com as chaves de identificação e 74% com o uso do banco de imagens. Os alunos foram questionados sobre qual instrumento lhes proporcionava maior confiança em suas identificações e indicaram o nível de confiabilidade com notas de 0 a 10. Dos 14 alunos participantes, 13 responderam que possuíram maior confiança com o uso do banco de imagens e 1 aluno selecionou as chaves de identificação como instrumento mais confiável. O nível de confiabilidade teve uma média de 4,28 e 4,35 com o uso do livro e das chaves de identificação, respectivamente, enquanto que com o uso do banco de imagens esta média subiu para 8,5 (Gráfico 1). A diferença de médias do nível de confiabilidade entre o banco de imagens e os outros instrumentos foi significativa, sendo $p < 0,01$ (Tabela 1).

Tabela 1: Teste de Scheffé demonstrando a diferença significativa ($p < 0,01$) do nível confiabilidade entre o banco de imagens e os outros instrumentos analisados

Teste de Scheffé de comparação de pares de médias			
Grupo vs. Grupo	Diferença	Estatísticas do teste	p-nível
Banco de imagens vs Chave	4,142857143	11,39645587	0,00013
Banco de imagens vs Livro	4,214285714	11,79282488	0,00010
Chave vs Livro	0,071428571	0,003387769	0,99662

Fonte: dados da pesquisa

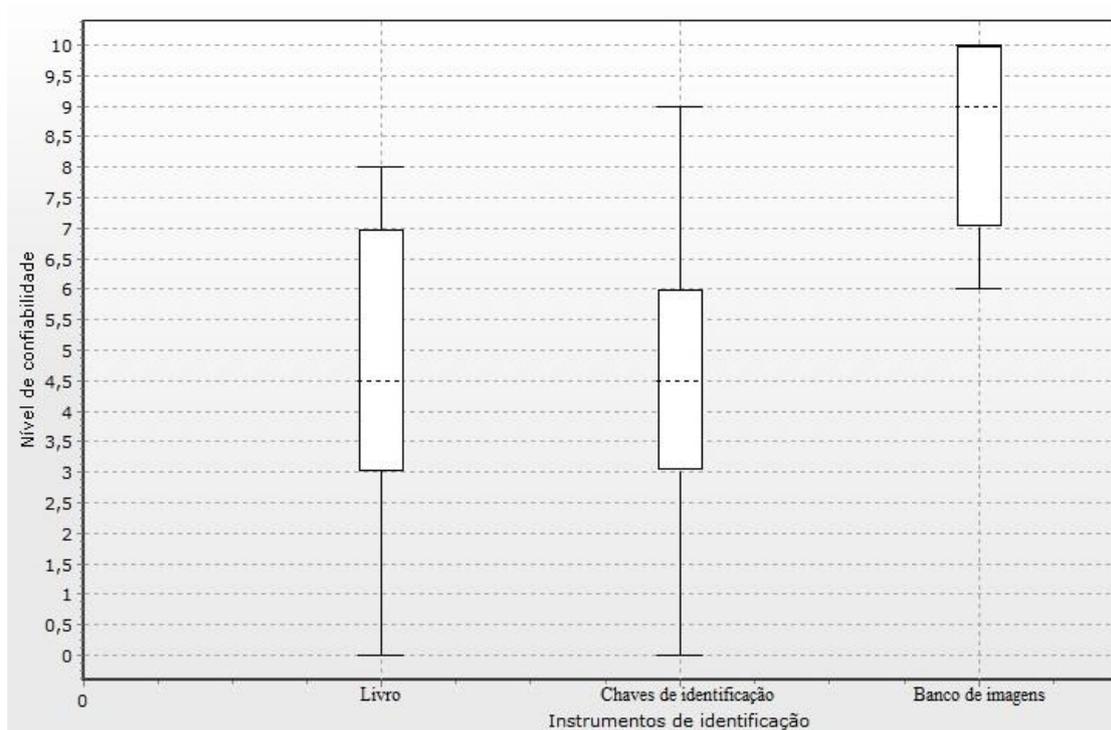


Gráfico 1: Nível de confiança dos alunos em suas respostas para cada um dos instrumentos de identificação.

Fonte: dados da pesquisa

O tempo gasto para identificação foi significativamente ($p < 0,01$) menor com o uso do banco de imagens (Tabela 2). O tempo gasto com o livro e com as chaves de identificação variou de 15 segundos e 41 segundos, respectivamente, chegando até o tempo limite de 3 minutos. A variação de tempo com o uso do banco de imagens variou de 9 segundos até 1 minuto e 39 segundos (Gráfico 2).

Tabela 2: Teste de Scheffé demonstrando a diferença significativa ($p < 0,01$) do tempo de identificação com o uso do banco de imagens e os outros instrumentos analisados

Teste de Scheffé de comparação de pares de médias			
Grupo vs. Grupo	Diferença	Estatísticas do teste	p-nível
Banco de imagens vs Chave	-1,5865079	56,62935255	0,00000
Banco de imagens vs Livro	-1,57777778	56,00783281	0,00000
Chave vs Livro	0,00873016	0,001714752	0,99829

Fonte: dados da pesquisa

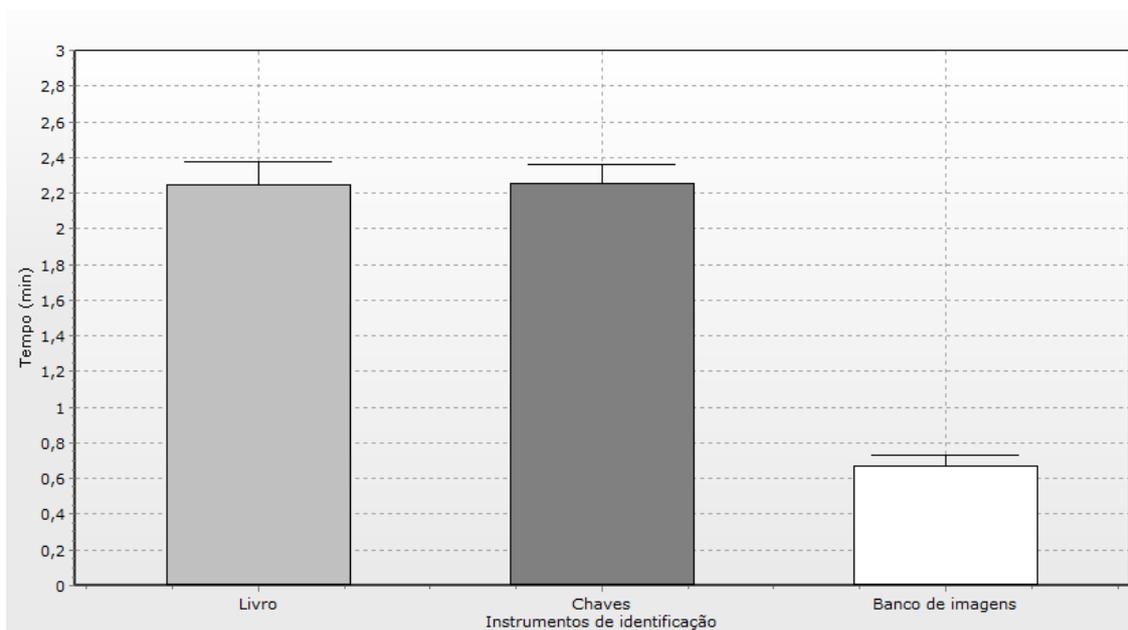


Gráfico 2: Tempo gasto nas identificações com a utilização de cada um dos instrumentos utilizados

Fontes: dados da pesquisa

Também foram apurados pelo questionário pontos positivos e negativos do banco de imagens. Como pontos positivos foram recorrentes respostas como: maior praticidade, maior confiança e a possibilidade de uma visualização geral da morfologia do indivíduo. Os alunos não apontaram muitos pontos negativos sendo percebido apenas que poderia haver algo que indicasse as estruturas taxonômicas que são mencionadas no banco de imagens para facilitar sua localização. Após a apuração de dados, a versão piloto do banco de imagens foi melhorada para suprir as carências constatadas com o experimento. A versão final do banco de imagens produzido (Figura 1) pode ser acessada através do link:

<https://drive.google.com/open?id=0B00aE8HaGUo8U2xneWFFSUVaYzQ>

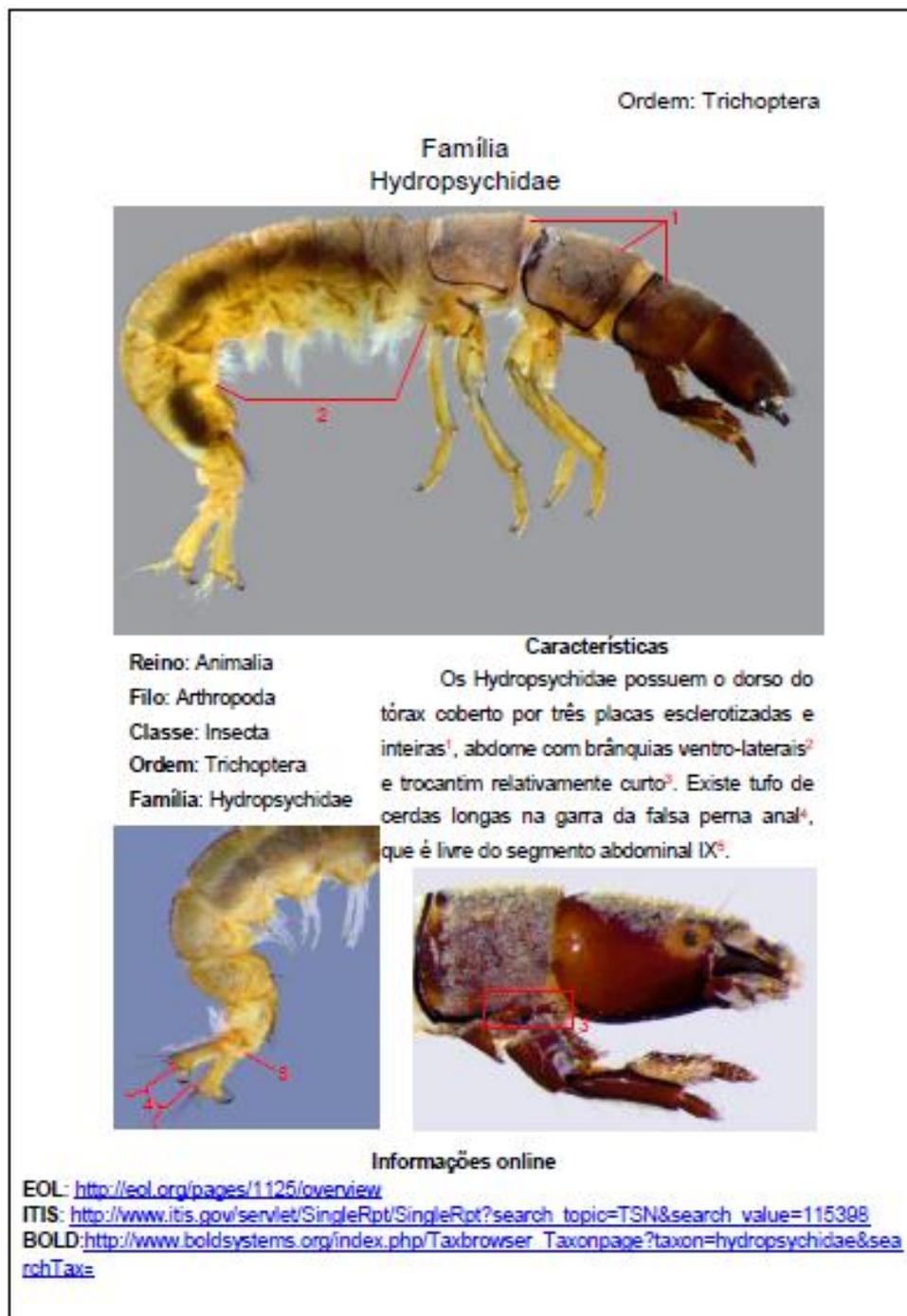


Figura 1: Exemplo de prancha que compõe o banco de imagens produzido

Fonte: dados da pesquisa

CONCLUSÃO

O uso do banco de imagens agregou velocidade e confiabilidade para as identificações,

aspectos importantes em trabalhos taxonômicos. A associação de imagens é utilizada em diversos instrumentos taxonômicos pois, facilita a identificação de características morfológicas dos indivíduos. A relevância desta prática é evidenciada no uso de imagens, através de fotografia ou ilustração, inclusive em instrumentos de uso global como EOL e BOLD. O banco de imagens também supre alguns aspectos que podem interferir em identificações como insetos que foram danificados durante a coleta e a dificuldade na visualização de alguma característica, pois através do tratamento digital das imagens é possível “reparar” indivíduos danificados e destacar as características diagnósticas.

Durante o experimento foi possível notar que grande parte dos alunos não sabia o significado das estruturas usadas para a taxonomia. Para sanar essa necessidade, o glossário acrescentado ao banco de imagens, é um eficaz instrumento auxiliar de identificação. Alguns alunos demonstraram dificuldade em localizar, nas imagens, as características taxonômicas mencionadas na parte textual de cada prancha. Portanto, as características citadas na parte textual foram apontadas às suas correspondentes nas imagens. Os recursos utilizados para destacar as características variaram conforme aquele que proporcionasse a melhor visualização. Este fato demonstra que o banco de imagens é adaptável e, como um instrumento de identificação, deve sempre ser atualizado conforme as necessidades dos usuários e os avanços taxonômicos.

A velocidade de identificação alcançada juntamente com a maior confiabilidade nas identificações pode ser importante para a geração e disseminação de conhecimento. O tempo economizado pode ser empregado para uma maior produtividade em pesquisas e trabalhos de consultoria que necessitem de conhecimento taxonômico, podendo aumentar o conhecimento atual sobre biodiversidade. Esta velocidade se deve o acesso rápido das informações e ao fácil manuseio do banco de imagens. Utilizando a captura digital de fenótipo, o banco de imagens proposto alcançou sua finalidade principal que é ser um instrumento que represente, segundo LaSalle (2009), uma mudança significativa e inovadora no processo taxonômico.

AGRADECIMENTOS

Ao projeto CEMIG GT 399 – PA – Desenvolvimento de índices georeferenciados da qualidade das águas e estudo das características sócio-ambientais da região de reservatórios

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Flávio Gomes de; et al. Importância estratégica da água para o terceiro milênio. **GEOgraphia**, v. 4, n. 8, p. 45-56, 2009.

AZEVEDO, C.A.S.; HAMADA, N. Megaloptera. In: Froehlich, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/> Acesso em 29 ago. 2017.

BASSET, Y., et al. Arthropod diversity in a tropical forest. **Science**, v. 338, n. 6113, p. 1481-1484. 2012.

BELMONT, E. L. L.; SALLES, F. F.; HAMADA, N. Leptohephidae (Insecta, Ephemeroptera) do Estado do Amazonas, Brasil: novos registros, nova combinação, nova espécie e chave de identificação para estágios ninfais. **Rev. bras. entomol.**, v. 56, n. 3, p. 289-296. 2012.

BONADA, Nuria, et al. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 51: p. 495-523. 2006.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental: caminhos para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CALOR, A.R. 2007. Trichoptera. In: Froehlich, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/> Acesso em 29 ago. 2017.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos: Metamorfose e identificação**. Holos, Ribeirão Preto, 2006.

KUHLMANN, M. L.; et al. Invertebrados bentônicos como indicadores de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos continentais. In: In: Maia, NB Martos, HL & Barrella, W (Eds.).

Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC, p. 237-248. 2001.

LA SALLE, J.; et al. Accelerating taxonomic discovery through automated character extraction. *Zootaxa*, v. 2217, p. 43-55. 2009.

LECCI, L.S.; FROEHLICH, C.G. 2007. Plecoptera. In: Froehlich, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/> Acesso em 29 ago. 2017..

LIMA, Josanidia Santana. Processos biológicos e o biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos. In: Maia, NB Martos, HL & Barrella, W (Eds.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações.** São Paulo: EDUC, 2001, p. 95-115.

MARIANO, R.; FROEHLICH, C.G. 2007. Ephemeroptera. In: Froehlich, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/> Acesso em 29 ago. 2017.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos.** Rio de Janeiro, IPEA, 1996.

PÉREZ, G. R. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia.** Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis". 1988.

PINHO, L.C. 2008. Diptera. In: Froehlich, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/> Acesso em 29 ago. 2017.

SOUZA, L.O.I.; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. 2007. Odonata. In: Froehlich, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/> Acesso em 29 ago. 2017.

TEMPE, A. Z., 2011. **State of Observed Species.** Internacional Institute for Species Exploration

Retrieved [date] from <http://species.asu.edu/SOS.htm>

WHEELER, Quentin D.; RAVEN, Peter H.; WILSON, Edward O. Taxonomy: impediment or expedient?. **Science**, v. 303, n. 5656 p. 285-285.2004.

ZAGO, D. C. 2008. **Animais da fauna silvestre mantidos como animais de estimação**. Monografia de Especialização–Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental (Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais). Santa Maria, RS.

Fluxo Editorial
Submetido em: 18/09/2017
Aceito em: 06/11/2017