

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROBSON ADRIANO VIEIRA

TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA:
PHLEBOTOMINAE) EM INTERFACE COM O CATÁLOGO TAXONÔMICO DA
FAUNA DO BRASIL

CURITIBA

2024

ROBSON ADRIANO VIEIRA

TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA:
PHLEBOTOMINAE) EM INTERFACE COM O CATÁLOGO TAXONÔMICO DA
FAUNA DO BRASIL

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Andrey José de Andrade

CURITIBA

2024

RESUMO

As Leishmanioses causadas por protozoários do gênero *Leishmania* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) transmitidos pela picada de fêmeas de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), que estão distribuídos por quase todas as regiões do mundo, sendo mais abundantes e diversos na Região Neotropical. A identificação correta das espécies, principalmente daquelas consideradas vetoras, é uma das ações essenciais para se entender os mecanismos biológicos da transmissão de um patógeno. Os principais métodos de identificação atuais demandam a necessidade da chave dicotômica tradicional. Com os avanços das tecnologias, diversos aplicativos vêm se somando a indentificação de diversos grupos de vertebrados e, principalmente, invertebrados e entre eles o Lutzodex[®]. Além de permitir a identificação de flebotomíneos que ocorrem no Brasil, algumas das vantagens dessa chave eletrônica é a inclusão de espécies descritas e ou registradas para o país, assim como no Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil (CTFB) em tempo real. Dessa forma, esse estudo visou atualizar as duas plataformas para a subfamília Phlebotominae e comparar o tempo identificação de espécies do aplicativo com a chave impressa. Sete espécies foram incluídas em ambas as plataformas desde 2019. O tempo de identificação das espécies de flebotomíneos foi menor que aquele para a chave de papel impressa (aproximadamente 7h a menos). Isso se deve, em parte ao fato de o Lutzodex[®] ser uma chave politômica pois apresentam no início todas os caracteres que devem ser verificados no exemplar analisado, sem levar em contas classificações hierárquicas, como subtribo, gênero ou subgênero. Também foi elaborado um questionário para avaliar a ergonomia do aplicativo. Os próximos passos incluem a atualização e revisão dos caracteres inseridos no Lutzodex[®] e promover o acesso ao CTFB dentro do aplicativo.

Palavras-chave: Aplicativo; chave eletrônica; chave tradicional; cybertaxonomia Psychodidae.

ABSTRACT

Leishmaniasis are disease caused by protozoa of the genus *Leishmania* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) transmitted by the bite of females of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), distributed in almost around the world, being more abundant and diverse in Neotropical Region. The correct species identification, mainly the vectors, is one of the essential actions to understand the biological mechanisms of pathogen transmission. The main current identification methods demand the use of the traditional dichotomous key. With advances in technologies, several applications have been added to the identification of several vertebrate groups and, especially, invertebrates among them the Lutzodex™. In addition to allowing the identification of sand flies that occur in Brazil, one of the advantages of this electronic key is the inclusion of species described and or registered for the country, as in the “Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil” (CTFB) in real-time. Thus, this study aimed to update the two platforms for the subfamily Phlebotominae and compare the time identification of species of the application with the printed key. Seven species were included on both platforms. The identification time of the sand fly species was shorter than that for the printed paper key (approximately 7 hours less). This is due in part to the fact that Lutzodex™ is a polytomous key that presents at the beginning of all the characters that must be checked in the analyzed specimen, without considering hierarchical classifications, such as subtribe, genera or subgenera. A questionnaire was also developed to evaluate the ergonomics of the application. The next steps include updating and reviewing the characters inserted in Lutzodex™ and promoting access to the CTFB inside of the application.

Keywords: Application; cybertaxonomy; electronic key; Psychodidae; traditional key.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESPÉCIMES FÊMEAS DE FLEBOTOMÍNEOS ILUSTRANDO A COLORAÇÃO.....	13
FIGURA 2 - INTERFACE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FLEBOTOMÍNEOS UTILIZANDO O LUTZODEX®	19
FIGURA 3 - TELAS COM AS ESPÉCIES DE FLEBOTOMÍNEOS IDENTIFICADAS E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA UTILIZANDO O LUTZODEX®.....	20
FIGURA 4 - INTERFACE DO CATÁLOGO TAXONÔMICO DA FAUNA DO BRASIL	21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESPÉCIES DE FLEBOTOMÍNEOS INCLUÍDAS NO APLICATIVO LUTZODEX®.....	23
TABELA 2 – TEMPO COMPARATIVO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE FLEBOTOMÍNEOS UTILIZANDO CHAVES TRADICIONAL E ELETRÔNICA	24

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CCZ - Centro de Controle de Zoonoses

CTFB - Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil

LT - Leishmaniose Tegumentar

LV - Leishmaniose Visceral

PPGBP - Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 PROBLEMA.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivos específicos.....	12
1.3 JUSTIFICATIVA.....	12
2 BREVE REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 OS FLEBOTOMÍNEOS E AS LEISHMANIOSES	13
2.2 TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES.....	15
2.3 A IDENTIFICAÇÃO DE FLEBOTOMÍNEOS.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 LUTZODEX®	18
3.2 USO DO APLICATIVO LUTZODEX®	18
3.3 CATÁLOGO	19
3.4 TESTE PRÉ-VALIDAÇÃO DO APLICATIVO.....	20
3.5 ELABORAÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO.....	21
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
6 REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos são dípteros da família Psychodidae e subfamília Phlebotominae, sendo conhecidos popularmente como mosquitos-palha, tatuquira, birigui, entre outros (Filho, 2023). Distribuem-se por quase todas as regiões do mundo, sendo mais abundantes e diversos na Região Neotropical. O número de espécies e densidades em uma determinada localidade varia, principalmente, de acordo com o clima (Sherlock, 2003). No mundo, estima-se mais de 1.060 espécies de flebotomíneos, das quais pouco mais de 546 ocorrem nas Américas (Conceição, M. dos S. et al., 2024). Os flebotomíneos apresentam grande importância médica, pois as fêmeas se alimentam de sangue e podem transmitir protozoários parasitos do gênero *Leishmania* (Kinetoplastida, Trypanosomatidae), agentes etiológicos das leishmanioses, além de bactérias, vírus e outros tipanossomatídeos, que infectam vertebrados humanos e não humanos (Rangel, Laison, 2003).

De acordo com Martins (2022), no Brasil uma das formas mais frequentes de leishmanioses é a tegumentar (LT), a forma mais comum dessa doença apresenta feridas na pele, arredondada, profunda e com borda avermelhada, podendo surgir na mucosa (nariz, boca e garganta). Conhecida também pelos nomes de úlcera de Bauru, nariz de tapir, botão do oriente e ferida brava, é uma doença não contagiosa. No país, as três principais espécies de *Leishmania*, causadoras da Leishmaniose Tegumentar (LT) são: *Leishmania amazonensis*, *L. guyanensis* e *L. braziliensis* (Martins, 2022). Apesar de menos frequente que a LT, a leishmaniose visceral (LV) é expressivamente mais grave, podendo levar a óbito caso a pessoa acometida, principalmente crianças, não seja tratada oportuna e adequadamente (Brasil, 2014). Os principais sinais e sintomas da leishmaniose visceral são: febre prolongada e irregular (mais de 7 dias), falta de apetite, perda de peso, fraqueza e aumento do volume abdominal (hepatoesplenomegalia - aumento do fígado e baço). A única espécie causadora de LV é a *L. infantum* (Rangel, Laison, 2003).

Sabidamente, para os artrópodes transmissores de patógenos, a correta identificação daquelas espécies consideradas vetoras é uma das ações essenciais para se entender os mecanismos biológicos de infectividade (Jourdain et al., 2018). Além disso, dentre os vetores, existem diferenças na aquisição e transmissão de um determinado patógeno e sua correta identificação também se mostra um ponto crítico para determinar o risco de transmissão ou potencial de surto, como já observado para insetos da família Culicidae (mosquitos) (Goodwin et al., 2020). Entretanto, os principais métodos de identificação atuais demandam a necessidade de um especialista e, mesmo

assim, o que pode ser ainda mais complicado caso as espécies possuam similaridades morfológicas (Jourdain et al., 2018), além do trabalho de identificação ser laborioso (Minakshi et al., 2020).

Nesse caminho, as chaves impressas (em livros, artigos ou apostilas) vêm sendo aperfeiçoadas, ou mesmo em tentativas de substituição, chaves interativas ou eletrônicas. Entre outras características atraentes: as chaves eletrônicas são fáceis de atualizar (como, por exemplo, para inclusão de novos táxons ou registros) e aprimorar (por exemplo, melhorando as descrições de caráter ou estado de caráter e ilustrações); e a identificação pode ser executada em dispositivos portáteis, incluindo smartphones; e pode vincular usuários a ricos recursos adicionais através da World Wide Web (Gurgel-Gonçalves et al., 2021). Diante disso, a tecnologia vem sendo desenvolvida e aplicada para identificação de diferentes grupos de artrópodes e vertebrados: Anansi é um aplicativo para identificação de famílias da ordem Araneae (Ferreira, 2018); o Triatokey que é uma chave eletrônica para 42 espécies de triatomíneos (Hemiptera: Reduviidae) registradas no Brasil, que são vetores do *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas (Oliveira et al., 2017).

Para os estudos de identificação das espécies de flebotomíneos, normalmente é utilizada a chave dicotômica que consiste em um sistema que se utiliza de possibilidades de caráter (característica), ocorrendo no táxon em questão como: tribo, subtribo, subfamília, gênero, subgênero e espécie (Forattini, 1973; Young & Duncan, 1994; Galati, 2023). Levando em conta as informações contidas nessas chaves, em 2019 foi desenvolvido uma ferramenta que permite identificar flebotomíneos brasileiros a partir de sua região geográfica e características como sexo ou estrutura de genitálias, denominado Lutzodex[®] (Rocha et al., 2019). Para cada espécie, foram apresentados dados como autoria e ano de descrição, mapas de distribuição nas Américas e se faz parte de uma categoria transmissora de *Leishmania*. A proposta do Lutzodex[®] era tornar essa identificação mais rápida, pois o aplicativo faz a comparação das observações apontadas pelo usuário e do banco de dados disponível na ferramenta (Rocha et al., 2019).

Rocha, Almeida Sena Batista & Andrade (2019) acrescentam que,

O Lutzodex não mantém as dicotomias convencionais de identificação, pois podem ser encontradas até sete opções de respostas para uma única pergunta. Para a maioria das respostas o usuário consegue ver as imagens das estruturas clicando no ícone da lupa. Após cada etapa, o número de espécies restantes que apresentam o mesmo recurso são mostrados, e o usuário pode selecionar o ícone “Espécies Possíveis” no aplicativo para vê-los. Ao clicar no ícone “Respostas Recentes”, o usuário poderá analisar todos os passos realizados para chegar à sua identificação. Se o usuário perceber um erro cometido durante o processo de identificação, ele pode facilmente retornar ou verificar o histórico de respostas, excluir uma ou mais perguntas e voltar ao ponto onde acha que errou para continuar com o processo de identificação. O usuário pode zerar a busca e iniciar um novo processo de identificação a qualquer momento.

Sob o mesmo ponto de vista, a identificação e informações das espécies de flebotomíneos que ocorrem no Brasil podem ser acessadas no Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil (CTFB) (<https://sbzoologia.org.br/catalogo-taxonomico.php>), correspondendo a uma plataforma de pesquisa em que estão descritas várias outras espécies de animais (Boeger et al., *no prelo*). O sistema desenvolvido, além de permitir o levantamento e a catalogação de espécies da fauna existentes no país, possibilita o trabalho cooperativo entre todos os especialistas espalhados no país e pelo mundo. O lançamento do CTFB aconteceu em 2015 (CTFB, 2015), quatro anos antes da publicação do Lutzodex[®], porém as informações de ambos para os flebotomíneos nunca foram padronizadas, havendo divergências nos registros e ocorrências das espécies (AJA, comunicação pessoal). O CTFB é um projeto que hoje conta com a participação de mais de 500 zoólogos, especialistas em taxonomia de diferentes grupos de animais (Boeger et al., *no prelo*). Em dezembro de 2016 foram disponibilizados os primeiros resultados deste projeto: um checklist on-line de todas as espécies animais registradas no território brasileiro. Desde então, as listas de espécies têm sido constantemente atualizadas pelos pesquisadores e informações mais detalhadas têm sido fornecidas para cada espécie como: lista sinonímica completa; referências; dados de distribuição por região; Estado; bioma e; bacia hidrográfica. O CTFB é dinâmico e permite complementações e correções em tempo real, com inclusão de espécies recém-descobertas, correções associadas a nomenclaturas, ampliação de distribuição geográfica, dentre outras, semelhante ao que acontece para o Lutzodex[®].

Até o presente momento, 127.636 espécies válidas de animais são conhecidas para o Brasil, a sua enorme maioria de artrópodes (cerca de 85%, quase 94.000 espécies) e cordados (cerca de 10%), conforme informações constantes do Catálogo Taxinômico da Fauna do Brasil. Todas as demais espécies representam outros grupos de invertebrados. De forma geral, exceto para alguns filós, o número de espécies da grande maioria excedeu aqueles apresentados em estimativas recentes, conforme informações contidas no CTFB.¹

1.1 PROBLEMA

As chaves impressas de caráter dicotômico, geralmente, demandam tempo e conhecimento do grupo a ser estudado, e muitas vezes é requerido um especialista para orientação dessa atividade e formação de um profissional ou estudante habilitado.

¹ Todas as informações do CTFB podem ser acessadas gratuitamente em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil>>.

Sabidamente a identificação automatizada de insetos pode contribuir para facilitar o conhecimento de um determinado grupo ou mesmo de características essenciais, visto que é mais rápida e utiliza caracteres mais específicos e exclusivos para identificar uma determinada espécie. Por outro lado, a chave automatizada não substitui a chave dicotômica tradicional, embora facilite o contato com determinadas estruturas, otimizando a identificação específica e, de certa forma, popularizando a taxonomia. A interface de aplicativos de identificação com dados ligados a catálogos (ex. distribuição geográfica, instituições depositárias das espécies-tipo, autorias) são de grande importância para o armazenamento sobre a espécie descoberta, que contribuem para pesquisas e estudos acadêmicos, no Brasil e no mundo.

1.2 OBJETIVOS

Atualização de ferramentas digitais de identificação e de catalogação de flebotomíneos do Brasil.

1.2.1 Objetivos específicos

1.2.1.1 Atualização da distribuição geográfica e inclusão das espécies recém descritas no App e catálogo;

1.2.1.2 Aperfeiçoamento da taxonomia das espécies de flebotomíneos no aplicativo;

1.2.1.3 Integrar o aplicativo ao catálogo;

1.2.1.4 Validação do aplicativo (última versão atualizada do App em 2019);

1.2.1.5 Elaboração de um questionário de validação do aplicativo.

1.3 JUSTIFICATIVA

Nesse contexto, o trabalho mostrará como a tecnologia pode contribuir para a identificação da espécie de flebotomíneos. Hoje a identificação de uma espécie ainda é realizada de modo tradicional, ou seja, por meio de uma chave dicotômica impressa, que pode levar um determinado tempo maior e necessidade de um especialista. Diante desse problema, foi desenvolvida uma tecnologia via aplicativo para smartphone disponível para Android, atualmente IOs, o Lutzodex[®]. A identificação correta de espécies é muito importante por diversos fatores, como por exemplo, compreender o processo evolutivo, sua diversidade, se a espécie pode transmitir patógenos, entre outros. Dessa forma, com a identificação da espécie o pesquisador pode consultar o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil que possibilita estudos de pesquisas para obter sua distribuição geográfica, espécie-tipo, endemismo e origem.

2 BREVE REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OS FLEBOTOMÍNEOS E AS LEISHMANIOSES

Flebotomíneos são insetos da ordem Diptera pertencentes à família Psychodidae, subfamília Phlebotominae e conhecidos popularmente como mosquito-palha, birigui, anjinho e outros. Os insetos adultos apresentam porte pequeno, de cor marrom clara a marrom escuro tendo por volta de 3 a 5 mm de comprimento, apresentando como característica o corpo coberto por cerdas e asas que, quando em repouso, ficam em posição semiereta (Figura 1) (Forattini, 1973; Filho, 2023).

FIGURA 1: ESPÉCIMES FÊMEAS DE FLEBOTOMÍNEOS ILUSTRANDO A COLORAÇÃO. MEDEM DE 3 A 5 MM. (FOTO: CLARA BENETTI).



A capacidade de dispersão dos flebotomíneos é pouco conhecida. Há muito tempo discute-se a distância percorrida e não é incomum encontrar nos livros que os flebotomíneos voam em torno de 200 m por noite (Forattini, 1973). Isso se deve, possivelmente, ao fato de serem insetos que apresentam pouca tendência em se afastar de seus abrigos e possuírem voo em saltos (Brazil, Brazil, 2003). A fêmea hematófaga pode fazer mais de um repasto sanguíneo sobre um mesmo hospedeiro ou, ainda, sobre hospedeiros distintos. Alguns estudos moleculares, demonstraram que determinadas espécies têm sido encontradas com sangue de diferentes hospedeiros (ex. gambá, galinha, cão e humano) conferindo-lhes um comportamento

oportunista (Cecilio et al., 2022).

Como todo díptero, são holometábolos passando pelos estágios de ovo, larva e pupa antes de se tornarem adultos. Possuem hábito crepuscular e sua atividade diminui com o passar das horas, porém em área de mata esses insetos podem se alimentar durante o dia (Forattini, 1973), mas é nesse período que procuram abrigos e lá permanecem em repouso. A biologia dos flebotomíneos varia de acordo com diversos tipos de fatores, como temperatura, umidade relativa do ar, disponibilidade de alimento e o ambiente onde desenvolve seu ciclo de vida. Alguns locais onde têm sido encontradas formas imaturas de flebotomíneos são tocas de animais no solo, fendas de rochas, troncos e buracos de árvores, cupinzeiros e guano, que são geralmente locais úmidos, ricos em matéria orgânica e protegidos da luz solar (Feliciangeli, 2004). O regime de chuvas, quando em níveis moderados, pode beneficiar o desenvolvimento dos flebotomíneos, mas os prejudicam quando encharca o chão, eliminando as formas imaturas que se criam nesse local (Macedo et al., 2008).

Pelo caráter hematofágico das fêmeas, elas são importantes vetores de parasitos de importância médica e veterinária, podendo transmitir três gêneros de protozoários tripanossomatídeos: *Endotrypanum* e *Trypanosoma* e *Leishmania* (Cecílio et al., 2022). Entre os parasitos do gênero *Leishmania* estão as espécies que causam a leishmaniose visceral (LV) e leishmaniose tegumentar (LT), doenças que acometem humanos e outros animais (Sherlock, 2003, Lainson; Rangel, 2005). A LV consiste em uma doença infecciosa crônica que se manifesta por meio de anemia, febre irregular e aumento do baço e do fígado, podendo ser fatal para o ser humano (Graepp-Fontoura et al., 2022). A espécie *Lutzomyia longipalpis* é considerada a principal transmissora da *Leishmania infantum*, principal agente etiológico da LV (Osmari et al., 2022). A LT é identificada por um conjunto de sintomas que incluem uma úlcera no local de entrada do parasito a qual pode desaparecer sem tratamento ou progredir para várias lesões nodulares disseminadas (leishmaniose cutânea difusa), podendo também aparecer em mucosas (leishmaniose mucosa) (Lainson, Rangel, 2005). As principais espécies de *Leishmania* causadoras da LT, no Brasil, são: *Leishmania (Leishmania) amazonensis*, *L. (Viannia) braziliensis* e *L. (Viannia) guyanensis* envolvendo a participação de diversas espécies vetoras de flebotomíneos como: *Nyssomyia whitmani*, *Nyssomyia intermedia*, *Nyssomyia umbratilis*, *Psychodopygus wellcomei*, *Bichromomyia flaviscutellata* e *Migonemyia migonei* (Lainson, Rangel, 2005; Aguiar, Vieira, 2023).

Aproximadamente 1.060 espécies de flebotomíneos foram descritas no mundo e cerca de 90 destas espécies são consideradas vetores biológicos de *Leishmania* spp. patogênicas aos humanos (Conceição, M. dos S. et al., 2024). No continente americano

existem aproximadamente 546 espécies (Shimabukuro et al., 2017; Chaves Júnior et al. 2022). Cada espécie de flebotomíneo apresenta biologia única e complexa, abrangendo todos os aspectos de reprodução, alimentação, dispersão e outras atividades que influencia diretamente a epidemiologia das leishmanioses e o controle de vetores (WHO, 2010).

2.2 TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES

Segundo Silva et al. (2024) um pesquisador enfrenta dificuldades como esforço cognitivo para associar o conteúdo de uma chave (texto e imagens) aos exemplares que estão a serem identificados. A utilização em chaves de identificação impressa e grande esforço necessário para gerenciar dados de identificação taxonômica, e outros dados associados aos espécimes, pode levar ao não interesse em executar a tarefa e também a erros de identificação. Ainda, segundo os autores, essas dificuldades têm como natureza o esforço necessário para gerenciar e manipular dados. Um sistema computacional é um forte candidato, no aprimoramento de chaves de identificação, pelo poder de processamento, manutenção e compartilhamento de dados via internet.

A atual modernização das ferramentas de tecnologia, principalmente através do uso dos celulares, tem tornado a identificação de espécies de insetos mais rápida, mediante a utilização de aplicativos específicos para este fim. Com isso, o desenvolvimento de tecnologia para aplicativos móveis é considerado um avanço no processo do sistema de inteligência artificial, possibilitando a identificar com rapidez uma espécie de animal (Gurgel-Gonçalves et al., 2021) ou vegetal (Lombard et al., 2021). As chaves de identificação taxonômica digitais estão disponíveis no mundo virtual (Edwards, Morse, 1995; Dallwitz et al., 2000; Walter, Winterton, 2007) e continuam surgindo novos sistemas computacionais (Oliveira et al., 2017; Dal Molin et al., 2019;; Rocha et al., 2019; Prado et al., 2022).

Classicamente, as chaves de identificação podem seguir dicotomias ou politomias. As chaves dicotômicas apresentam dois conjuntos diferentes de características em cada momento. Isso direciona e restringe a atenção de quem estiver realizando a identificação para aspectos específicos dos exemplares em determinada ordem (Linardi, Guimarães, 2000; Galati, 2023). Já as politômicas sempre apresentam no início todas as características que devem ser verificadas no exemplar analisado. Conforme as características vão sendo confirmadas, os possíveis táxons identificados vão diminuindo até chegar a um táxon específico (Rocha et al. 2019, Gurgel-Gonçalves et al. 2021). Estas últimas permitem facilmente o uso de diversas fontes de caracteres,

utilizando tanto da morfologia quanto da morfometria, além de registros de ocorrência. Portanto, é possível selecionar entre os caracteres listados, diferente de uma chave dicotômica tradicional, por exemplo, em que etapas seguir até chegar a uma categoria taxonômica (Servivo, Shwetner, 2020).

2.3 A IDENTIFICAÇÃO DE FLEBOTOMÍNEOS

Para as espécies da subfamília Phlebotominae que ocorrem na região Neotropical são utilizadas duas classificações taxonômicas devido a não existir, ainda, uma classificação consensual. Young e Duncan, (1994), seguindo a proposta de Lewis et al., (1977) consideraram a distribuição geográfica dos flebotomíneos, classificando-os em do “Velho Mundo” (Europa e norte de África, Afrotropical, Oriental e Australasia) e flebotomíneos do “Novo Mundo” (continente Americano) separando-os, ao mesmo tempo, em seis gêneros: *Phlebotomus*, *Sergentomyia* e *Chinius* no Velho Mundo; e *Brumptomyia*, *Warileya* e *Lutzomyia* no “Novo Mundo” (Galati, 2003; Shimabukuro et al., 2017). Por outro lado, existe a proposta de Galati (1995; 2003; 2018) para flebotomíneos do “Novo Mundo”, baseada nas características evolutivas compartilhadas, resultando na reorganização de 23 gêneros e 20 subgêneros. Essa classificação ganhou notória popularidade com o advento da biologia molecular, onde os agrupamentos propostos para as espécies vêm sendo corroborados por análises filogenéticas (Contreras et al., 2014; Pinto et al., 2013; Pinto et al., 2023) corroborando as evidências morfológicas para elevação de subgêneros a nível genérico.

A identificação das espécies de flebotomíneos tem sido tradicionalmente baseadas nas características morfológicas e morfometrias dos adultos, visto que pouco se conhece sobre as formas imaturas (ovo, larva, pupa), quer seja sobre seus habitats e menos ainda sobre suas morfologias e as relações evolutivas destas com aquelas apresentadas pelos adultos (Alencar et al., 2011; Alencar et al., 2018). Porém, somente a identificação do estágio adulto pode ser insuficiente para separar espécies intimamente relacionadas, como é de fato observado para os flebotomíneos (Sousa-Paula, L. C., Pessoa, F. A. C, Dantas-Torres, F., 2021). Um dos entraves para o conhecimento e aplicação da morfologia de imaturos na taxonomia do grupo é, em parte porque estes estágios são pouco capturados na natureza e devido a dificuldades de colonização em laboratório (Young, Duncan, 1994; Arrivillaga et al., 1999).

Diante das vantagens da ferramenta de cibertaxonomia, foi desenvolvido o primeiro software para identificação de espécies de flebotomíneos por meio de um aplicativo móvel Android (studio/index.html) e uma biblioteca desenvolvida pelo Google

com Java, versão 8 como linguagem original. O aplicativo, denominado LutzoDex®, possui uma fonte de dados exclusiva, usando seu próprio modelo baseado em arquivo. A ferramenta foi construída para ler e interpretar um arquivo CSV exportado de um banco de dados do Excel. O formato de arquivo Excel foi escolhido para facilitar o acesso e manutenção por taxonomistas. O conceito desta aplicação consiste em desenvolver uma fonte de dados separada da aplicação, carregar e unir as informações durante a execução e conectar as estruturas e imagens através do uso de tags adicionadas às fontes de dados (Rocha et al., 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LUTZODEX®

O Lutzodex® foi desenvolvido com base nas características morfológicas através dos conteúdos apresentado em Young & Ducan (1994), Galati (2003, 2018) e Shimabukuro et al. (2011).

Para desenvolver a pesquisa da atualização do LutzoDex®, aplicativo via smartphone disponível para Android e IOs, foram utilizados dois softwares de propriedade e licenciados pela Microsoft: a) Excel e b) Paint. A ferramenta Excel permitiu dispor de linhas para as espécies, tanto para machos quanto para fêmeas, e colunas, com sua respectiva distribuição geográfica, importância médica, a autoria dos pesquisadores que descreveram as espécies relacionadas, seus habitats, bem como suas características morfológicas. Uma vez descritas novas espécies ou divulgados novos registros, ao longo do trabalho, por meios de artigos científicos, estas tiveram acrescentadas suas informações nas respectivas colunas do Excel.

Com o auxílio da ferramenta Paint, por meio do uso de imagens de mapas, foi apontada a distribuição geográfica de ocorrência das espécies de flebotomíneos representadas no aplicativo LutzoDex®. Essa mesma ferramenta foi utilizada para montar as imagens morfológicas das espécies. Posteriormente, houve a inclusão das informações das espécies nos softwares Excel e Paint, os dados foram exportados e atualizados no aplicativo LutzoDex®.

3.2 USO DO APLICATIVO LUTZODEX®

O LutzoDex® atualmente está albergado em um conjunto de aplicativos denominado VetorDex® (Figura 2), onde estão disponíveis outras versões de ferramentas para identificação de insetos de importância médico-veterinária, o EctoDex® que tem a finalidade de identificar ectoparasitos como piolhos, pulgas e carrapatos, o TriatoDex®, que identifica triatomíneos, agente etiológico da Doença de Chagas, e por último, o CuliciDex® que busca identificar mosquitos urbanos e periurbanos, vetores de parasitos (https://play.google.com/store/apps/details?id=vetordex.com&hl=pt_BR).

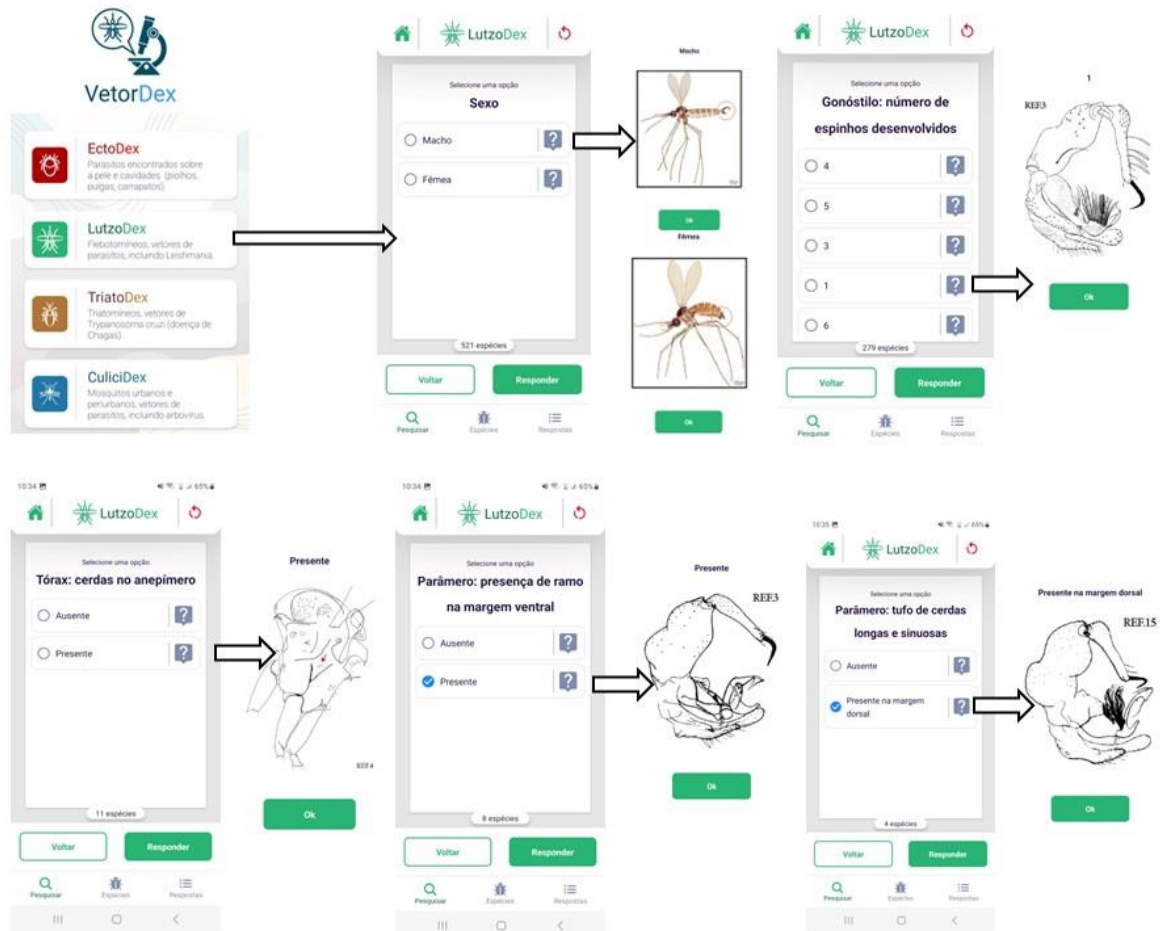


FIGURA 2: INTERFACE PARA IDENTIFICAÇÃO DE FLEBOTOMÍNEOS UTILIZANDO O LUTZODEX® (FONTE: O AUTOR).

Para a funcionalidade de consulta ao aplicativo o usuário deverá ter conhecimento básico das características morfológicas dos flebotomíneos para utilizar o LutzDex®. A chave digital em cada etapa possui duas ou mais alternativas que correspondem a característica do inseto. Ao abrir o aplicativo é necessário selecionar uma opção do sexo (macho ou fêmea) (Figura 2). No caso de dúvida sobre o sexo há um ponto de interrogação que permite verificar facilmente os últimos segmento abdominal, que são modificados para construir a genitália do inseto. Em continuidade ao processo, exemplificando, será utilizado o macho. O próximo passo é selecionar uma opção relacionada ao gonóstilo do macho, ou seja, o número de espinhos desenvolvidos (sendo 1,2,3,4,5 ou 6), após observar a quantidade de espinhos, sendo essa a alternativa 1. A medida que as opções são escolhidas, a característica correspondente a uma alternativa é filtrada para uma nova questão. Sendo essa opção de cerdas em determinada região do tórax (anepímero), estando presente. Na sequência, a próxima tela tem como opção a estrutura do parâmero. Conforme as opções de espécies vão se afunilando mais próximo fica para concluir a identificação, o próximo passo está relacionado com

ornamentações do parâmero, colocando a resposta de presente (Figura 2).

A última tela (Figura 3) corresponde ao resultado final com a identificação da espécie, no caso, *Psychodopygus bernalei* (macho), ao clicar em cima do nome da espécie é possível verificar autoria, distribuição geográfica, importância médica e a localização da espécie-tipo (Figura 3).

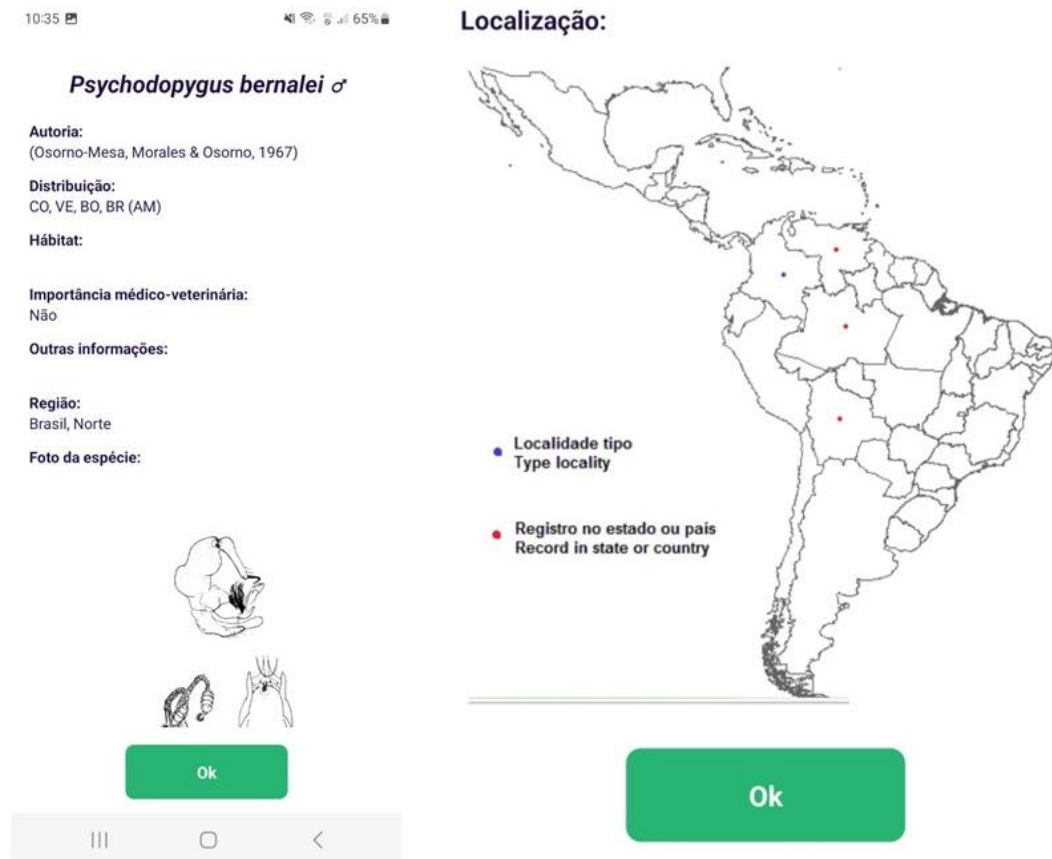


FIGURA 3: TELAS COM A ESPÉCIE DE FLEBOTOMÍNEOS IDENTIFICADA E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA UTILIZANDO O LUTZODEX® (FONTE: O AUTOR).

3.3 CATÁLOGO

Em complemento à atualização do aplicativo LutzDex®, foi realizada a atualização das espécies de flebotomíneos no Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil (CTFB), por meio do acréscimo de espécies recém descritas, novos registros, instituições depositárias das espécies-tipo e da inclusão e/ou atualização de suas distribuições geográficas (Figura 4).

CATÁLOGO TAXONÔMICO DA FAUNA DO BRASIL

Catálogo Taxonômico da FAUNA do Brasil

Ouvidoria PT Área de Trabalho

Consulta Pública [Limpar Filtro] [Consultar]

Nome
Nome Completo
Autor
Nome Popular

Página Inicial Equipe Coordenadores Autores Instituições Download

Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil (CTFB)

O CTFB foi idealizado por zoólogos, com apoio institucional e recursos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) do governo federal do Brasil. Portanto, o CTFB é uma iniciativa financiada pelo recurso público. O envolvimento dos pesquisadores associados gera um banco de dados de fundamental importância para instituições federais, estaduais e municipais, além de atender às demandas da pesquisa científica e da população em geral. Políticas públicas, ações do Estado, pesquisas científicas, em diversas áreas (e.g., ambiental, agricultura, turismo, medicina) são positivamente influenciadas por nosso trabalho e, por isso, o compromisso com a manutenção do catálogo

LISTA DA FAUNA DO BRASIL

SINÔNIMOS AUTORES SIMPLÉS

Animalia	138698	137976	
Arthropoda Gravenhorst, 1843	114477	114074	
Hexapoda Latreille, 1825	101597	101226	
Insecta Linnaeus, 1758	100997	100626	
Diptera Linnaeus, 1758	13816	13816	
Psychodomorpha Hennig, 1...	673	673	
Psychodidae Newman, 1834	622	622	
Bruchomyiinae Alexander, 1...	23	23	
Phlebotominae Rondani, 1840	308	308	
Psychodinae Latreille, 1796	178	178	
Sycoracinae Jung, 1954	17	17	
Trichomyiinae Tonnoir, 1922	96	96	

Animalia

Informações

Hierarquia Taxonômica

Animalia

Bibliografia de Referência

Linnaeus C (1758) *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata. Holmiae [Stockholm]: Laurentii Salvii, 824p.

Catálogo Taxonômico da FAUNA do Brasil

FAUNA - Ouvidoria

Enviar Sugestões/Problemas

PT - soundby

LISTA DA FAUNA DO BRASIL

SINÔNIMOS AUTORES SIMPLÉS

Animalia	138698	137976	
Arthropoda Gravenhorst, 1843	114477	114074	
Hexapoda Latreille, 1825	101597	101226	
Insecta Linnaeus, 1758	100997	100626	
Diptera Linnaeus, 1758	13816	13816	
Psychodomorpha Hennig, 1...	673	673	
Psychodidae Newman, 1834	622	622	
Phlebotominae Rondani, 1840	308	308	
Psychodinae Latreille, 1796	178	178	
Sycoracinae Jung, 1954	17	17	
Trichomyiinae Tonnoir, 1922	96	96	
Scipomyia Barrett, 1942	12	12	
Scipomyia latrubiaquand...	0	0	
Scipomyia apicalis Chaves	1	1	
Scipomyia braili Chaves	1	1	
Scipomyia dancastromes C...	1	1	
Scipomyia Russelii (Flecht...	1	1	
Scipomyia incognita (Manga...	1	1	
Scipomyia naimatubucta (V...	1	1	
Scipomyia pennyi (Janas S...	1	1	

Animalia

Informações

Hierarquia Taxonômica

Animalia

Bibliografia de Referência

Linnaeus C (1758) *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata. Holmiae [Stockholm]: Laurentii Salvii, 824p.

FIGURA 4: INTERFACE DO CATÁLOGO TAXONÔMICO DA FAUNA DO BRASIL (FONTE: O AUTOR).

3.4 TESTE PRÉ-VALIDAÇÃO DO APLICATIVO

Com finalidade de validação do aplicativo, o qual serve como chave dicotômica das espécies de flebotomíneos, foi realizado um teste com mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-graduação em Biologia Parasitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGBP/UFRN) e biólogos do Centro de Controle de Zoonoses de Natal (CCZ/RN) durante o ano de 2021. Ambos os usuários possuíam conhecimento básico sobre morfologia de flebotomíneos. Os pós-graduandos foram separados em duplas, sendo esta composta por um membro da academia (PPGBP) e um membro do serviço (CCZ), totalizando oito duplas. Em uma primeira etapa, as equipes receberam instruções sobre o funcionamento do aplicativo para viabilizar o acesso e aplicação das informações necessárias à identificação. A todos foram oferecidas uma lâmina de um macho sem mencionar a espécie. A segunda etapa consistiu na identificação da espécie selecionada, utilizando, em um primeiro momento a chave impressa de Galati (2003).

Para a dupla que finalizasse a identificação, a terceira etapa consistiu em utilizar o LutzoDex® para também identificar o mesmo espécimes. Ambos os tempos até a correta

identificação foram cronometrados, para atender a critérios comparativos.

3.5 ELABORAÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO

Foi elaborado um questionário para futura validação do LutzoDex[®]. Foram propostas 11 perguntas objetivas que visam avaliar a funcionalidade e objetividade do aplicativo e incluído no GoogleForms.

O questionário elaborado para avaliação do aplicativo atualizado encontra-se no link: <https://forms.gle/a1eyFurxLumaZvps6> e será utilizado para a validação do aplicativo avaliando sua ergonomia.

Para aplicação do questionário será disponibilizado o link para que os usuários possam avaliar o funcionamento do aplicativo e sugestões. Com o resultado do questionário é possível verificar melhorias futuras de funcionamento do aplicativo.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mencionado, a última atualização do aplicativo LutzDex®, com a inclusão das espécies de flebotomíneos ocorreu em 2019. Desde este ano, até o presente momento foram descritas sete espécies de flebotomíneos para o Brasil (Pereira Júnior et al., 2019; Chaves Júnior et al., 2022; Chaves Júnior et al., 2023; Rodrigues et al., 2023) (Tabela 1). *Brumptomyia mesai* foi incluída, pois ela havia sido omitida pelos autores do aplicativo (Rocha et al., 2019). Para cada uma dessas espécies, agora incluídas no aplicativo, foram apontados os sexos descritos, autoria e ano, importância médica, se relatada, e a distribuição levando em conta a origem do espécime descrito e os registros das demais ocorrências. Consequentemente, para o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, também foi atualizado com as novas informações das espécies. Foram elaborados mapas com auxílio do software utilizando a ferramenta Paint, indicando a localidade da espécie-tipo e as demais ocorrências. Não foi possível, ainda, a junção das informações de ambas as plataformas.

TABELA 1 – ESPÉCIES DE FLEBOTOMÍNEOS INCLUÍDAS NO APLICATIVO LUTZODEX®.

ESPÉCIE	SEXO	DESCRITA APÓS 2019	NOVA INCLUSÃO	DESCRITOR	ANO	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA
<i>Brumptomyia mesai</i>	♂♀	não	sim	Sherlock	1962	Rondônia Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo
<i>Pintomyia fiocruzi</i>	♂♀	sim	sim	Pereira-Júnior, Pessoa, Marialva & Medeiros	2019	Rondônia
<i>Sciopemyia apicallis</i>	♂	sim	sim	Chaves Júnior, Shimabukuro & Andrade	2022	Tocantins, Ceará, Pernambuco e Minas Gerais
<i>Sciopemyia birali</i>	♀	sim	sim	Chaves Júnior, Pinto, Shimabukuro & Andrade	2022	Espírito Santo
<i>Sciopemyia dantastorresi</i>	♂♀	sim	sim	Chaves Júnior, Shimabukuro & Andrade	2022	Espírito Santo e Rio de Janeiro
<i>Sciopemyia shimabukuroae</i>	♂♀	sim	sim	Chaves Júnior, & Andrade	2022	Pará e Minas Gerais
<i>Lutzomyia itambe</i>	♂♀	sim	sim	Chaves Júnior, Lima,	2023	São Paulo, Tocantins

<i>Trichophoromyia peixotoi</i>	♂	sim	sim	Mendonça & Andrade Rodrigues, Pinto & Galati	2023	Pará
---------------------------------	---	-----	-----	--	------	------

A Tabela 2 ilustra o tempo decorrido do uso da chave impressa e do aplicativo. Como observado na Tabela 2 de comparativo entre as chaves, é possível notar que a chave eletrônica por meio do aplicativo é mais rápida, otimizando em aproximadamente 7 horas a identificação de oito machos de diferentes gêneros e espécies. Acredita-se que isso se deva a sua estrutura de tecnologia no qual a relação das características morfológicas, perguntas e respostas estão entrelaçadas para a identificação do inseto, não mantendo uma relação de parentesco ou evolutivo como proposto do Galati (2023). Embora seja uma chave politômica, ela se aproxima mais da proposta de Young & Duncan (1994), que se baseia em relações mais simples entre as espécies, como presença e ausência além de permitir a tomada de decisões diferentes no observado em dicotomias (Servivo, Shwetner, 2020).

A utilização da tecnologia foi desenvolvida a partir de um aplicativo para smartphone com o objetivo de identificar espécies de flebotômios que ocorrem no Brasil. O uso do aplicativo pode contribuir para várias áreas de estudos, principalmente para agentes da saúde, facilitando seu trabalho de identificação, visto que o montante de insetos capturados é inversamente proporcional ao número de profissionais habilitados. O Lutzodex permite atualizar o sistema com espécies recém descobertas, seja espécies de fêmea ou macho, também novos registros para o país. Para uso do aplicativo o usuário precisa ter conhecimento da morfologia para utilizar a chave respondendo as perguntas simples, auxiliado por imagens de estruturas morfológicas que foram incluídas no sistema. Adicionado a isso, sua atualização constante poderá contribuir com o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, proporcionando o conhecimento na área da Biologia ou em outras áreas afins, em uma experiência de aprendizado.

TABELA 2 – TEMPO COMPARATIVO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE FLEBOTOMÍNEOS UTILIZANDO CHAVES TRADICIONAL E ELETRÔNICA.

DUPLA	ESPÉCIE	SEXO	TEMPO/CHAVE TRADICIONAL	TEMPO/CHAVE ELETRÔNICA
1	<i>Psathyromyia pascalei</i>	♂	1h30min	5 minutos

2	<i>Micropygomyia petari</i>	♂	1h00min	30 minutos
3	<i>Lutzomyia longipalpis</i>	♂	1h30min	45 minutos
4	<i>Brumptomyia cunhai</i>	♂	25 minutos	3 minutos
5	<i>Trichopygomyia longispina</i>	♂	28 minutos	3 minutos
6	<i>Pintomyia pessoai</i>	♂	1h30min	7 minutos
7	<i>Psathyromyia hermanlenti</i>	♂	1h30min	4 minutos
8	<i>Pressatia equatorialis</i>	♂	2h00min	4 minutos
TOTAL			8h73min	1h01min

FONTE: Andrey Andrade (2021).

Manter o aplicativo atualizado faz-se importante também, pois em 2022 a proposta da chave de identificação de Galati (2023) foi incluída, por meio de uma nota técnica, na rotina dos Laboratórios de Entomologia pelo Programa de Vigilância e Controle das Leishmanioses do Ministério da Saúde (Brasil, 2014; Brasil, 2017). O LutzoDex[®] segue a nomenclatura e muitas das características adotadas pela autora na identificação das espécies.

Por fim, o questionário elaborado para avaliação do aplicativo atualizado encontra-se no link: <https://forms.gle/a1eyFurxLumaZvps6> e será utilizado para a validação do aplicativo. Os resultados coletados a partir desse questionário auxiliarão no aperfeiçoamento do aplicativo, através das respostas dos usuários, sendo sugestões de melhorias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como trabalhos futuros para a aplicação do aplicativo da chave eletrônica juntamente com o CTFB, seria relevante promover a junção das duas ferramentas, afim de implementar ao final do resultado da espécie a ligação que direciona a página do catálogo taxonômico, onde pode-se observar mais informações correspondente a espécie, como por exemplo, a distribuição geográfica, instituição depositária da espécie-tipo, importância médica, e autoria. Cabe ressaltar que o próximo passo incluirá a aplicação do questionário de validação do Lutzodex, juntamente com pessoas que têm um breve conhecimento de flebotomíneos capaz de apontar diferenças entre as espécies, a exemplos de alunos de mestrados, doutorado e agentes da área da saúde.

Diante da atualização do aplicativo com novas as espécies a sua importância de ser mais rápido para identificar o inseto, trata-se de uma tecnologia que é direcionada para as característica específicas da espécie buscada. Vale ressaltar para ter acesso ao aplicativo é importante que o usuário tenha um treinamento antes de acessar, e o conhecimento de flebotomíneos.

6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. M.; VIEIRA V. R. Regional Distribution and Habitats of Brazilian Phlebotomine Species. In: RANGEL, E. F.; SHAW, J. J. (Eds.) **Brazilian sand flies: Biology, taxonomy, medical importance and control**. Rio de Janeiro: Brazilian Ministry of Health. Oswaldo Cruz Foundation, 2018, p. 251-298.

ALENCAR, R. B.; *et al.* Breeding sites of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) and efficiency of extraction techniques for immature stages in terra-firme forest in Amazonas. **Acta Tropica**, v. 118, n. 3, p. 204–208, 2011.

ALENCAR; R. B.; SCARPASSA, V. M. Morphology of the eggs surface of ten Brazilian species of phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). **Acta Tropica**, v. 187, p.182–189, 2018.

ARRIVILLAGA, J.; NAVARRO, J. C.; DORA, M. Morfología y quetotaxia del tagma cefálico larval de *Lutzomyia* França 1924 (Diptera : Psychodidae): Proposición de un sistema de nomenclatura. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 14, n. 1, p. 1–13, 1999.

BOEGER, W. *et al.* **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil: setting the baseline knowledge on the animal diversity in Brazil**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380459085_Catalogo_Taxonomico_da_Fauna_do_Brasil_setting_the_baseline_knowledge_on_the_animal_diversity_in_Brazil. Acesso em 03 jun. de 2024. (*no prelo*)

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis, Brasília: Brasil, p. 189, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica, Brasília: Brasil, p.120, 2014.

BRAZIL, R. P.; BRAZIL, B. G. Biologia de flebotomíneos neotropicais. In: RANGEL, E. F.; LAISON, R. **Flebotomíneos no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 257-274, 2003.

CATÁLOGO TAXONÔMICO DA FAUNA DO BRASIL, 2015. Página Inicial. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>. Acesso em: 05 dez. 2023.

CECÍLIO, P.; CORDEIRO-DA-SILVA; A.; OLIVEIRA, F. Sand flies: Basic information on the vectors of leishmaniasis and their interactions with *Leishmania* parasites. **Communications Biology**, vol. 5, n. 305, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03240-z>. Acesso em: 13 mai. 2024.

CHAVES JÚNIOR; *et al.* Description of a new species of the genus *Lutzomyia* França, 1924 (Diptera: Phlebotominae) and of the male of *Lutzomyia fonsecai* (Costa Lima, 1932). **Zootaxa**. 5277(3):521-537, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5277.3.5>. Acesso em: 15 abr 2024.

CHAVES JÚNIOR, S. P.; SHIMABUKURO, P. H. F.; ANDRADE, A. J. Description of the female and redescription of the male of *Sciopemyia sordellii* (Shannon & Del Ponte, 1927), including the description of four new species of the genus *Sciopemyia* Barretto, 1962

(Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) from Brazil. **Zootaxa**, v. 5195, p. 301-336, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5195.4.1>. Acesso em 15 abr 2024.

CONTRERAS, M. A. C. *et al.* DNA barcoding for the identification of sand fly species (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Colombia. **PLoS One**, v. 9, n. 1, Jan. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085496>. Acesso em: 13 mai. 2024.

CONCEIÇÃO, M. dos S. *et al.* Phlebotominae (Diptera: Psychodomorpha: Psychodidae) deposited in the Museum of Zoology of the University of São Paulo. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, Brasil., v. 64, p. e202464013, 2024. DOI: 10.11606/1807-0205/2024.64.013. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paz/article/view/205968>. Acesso em: 01 jul. 2024.

DALLWITZ, M. J.; PAINE, T.A.; ZURCHER, E.J. **Principles of interactive keys**. Disponível em: <https://www.delta-intkey.com/www/interactivekeys.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

EDWARDS, M.; MORSE, D. R. The potential for computer-aided identification in biodiversity research. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 4, p. 153–158, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0169-5347\(00\)89026-6](https://doi.org/10.1016/s0169-5347(00)89026-6). Acesso em: 13 nov. 2023.

FELICIANGELI, M. D. Natural breeding places of phlebotomine sandflies. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 18, n. 1, p. 71–80, Mar. 2004. Disponível em: <https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0269-283X.2004.0487.x>. Acesso em: 15 fev. 2024.

FERREIRA, P.H.S. **Anansi: um aplicativo móvel para identificação de famílias da ordem Araneae**. 2018. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21572/1/2018_PedroHenriqueSalesFerreira_tcc.pdf. Acesso em: 15 fev. 2024

FILHO, A. A. P. **Flebotomíneos - Importância, Diversidade e sua importância Na Transmissão das Leishmanioses**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2023. Cap.3, p. 18-34.

FORATTINI, O. P. **Entomologia Médica. Psychodidae. Phlebotominae. Leishmanioses. Bartonelose**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo: p. 658, 1973.

GALATI, E. A. B. Morfologia e taxonomia: classificação de Phlebotominae. In: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (Eds). **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz. p. 23-185, 2003.

_____. Morfologia e terminologia de Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). **Classificação e identificação de táxons das Américas**. Vol I. São Paulo: Apostila da Disciplina Bioecologia e Identificação de Phlebotominae do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, p. 134. Disponível em: <http://www.fsp.usp.br/egalati>. Acesso em 02 dez. 2023.

_____. Phlebotominae (Diptera, Psychodidae): Classification, morphology, and terminology of adults and identification of American taxa. In: RANGEL, E. F.; SHAW, J. J. (Eds.). **Brazilian sand flies: Biology, taxonomy, medical importance and control**. Rio de Janeiro: Brazilian Ministry of Health. Oswaldo Cruz Foundation. p. 9-212, 2018.

_____. Phylogenetic systematics of the Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) with emphasis on American groups. (II Intern. Symp. Phlebotomine Sandflies). **Boletín de la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental**, v. 35, n. 1, p. 133-142, 1995.

GOODWIN, A. *et al.* Development of a low-cost imaging system for remote mosquito surveillance. **Biomed Opt Express**, vol. 11, n. 5, p. 2560-2569, Mai 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7249828/pdf/boe-11-5-2560.pdf>. Acesso em 06 dez. 2023.

GRAEPP-FONTOURA, I. *et al.* Epidemiological aspects and spatial patterns of human visceral leishmaniasis in Brazil. **Parasitology**, vol. 147, n. 14, p. 1665-1677, 2020.

GURGEL-GONÇALVES, R. *et al.* TriatoDex, an electronic identification key to the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae), vectors of Chagas disease: Development, description, and performance. **PLoS One**, v. 16, n. 4, 2021. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0248628>. Acesso em: 10 jan. 2024.

JOURDAIN, F. *et al.* Identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae): an external quality assessment of medical entomology laboratories in the MediLabSecure Network. **Parasites & Vectors**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1–7, 2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6199703/pdf/13071_2018_Article_3127.pdf. Acesso em: 06 dez. 2023.

LAINSON, R.; RANGEL, E. F. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral leishmaniasis, with particular reference to Brazil: a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 100(8):811-27, 2005.

LEWIS, D. J. *et al.* Proposals for a stable classification of the phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). **Systematic Entomology**, v. 2, p. 319-332, 1977.

LINARDI, P. M.; GUIMARÃES, L. R. **Sifonápteros do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia USP/FAPESP, 2000.

LOMBARD, N. ; LE ROUX, M. M. ; VAN WYK, B. E. (2021). Electronic identification keys for species with cryptic morphological characters: a feasibility study using some *Thesium* species. **PhytoKeys**, n. 172, p. 97–119, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.172.53484>. Acesso em: 18 abr. 2024.

MACEDO, I. T. F. *et al.* Sazonalidade de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral no município de Sobral, Ceará, Brasil. **Ciência Animal**, v. 18, n. 2, p. 67-74, 2008.

MARTINS, G. **Leishmanioses: Ministério da Saúde alerta para prevenção**. Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/agosto/leishmanioses-ministerio-da-saude-alerta-para-prevencao>. Acesso em: 04 dez. 2023.

MINAKSHI, M. *et al.* Automating the surveillance of mosquito vectors from trapped specimens using computer vision techniques. In: **COMPASS '20: Proceedings of the 3rd ACM SIGCAS Conference on Computing and Sustainable Societies**. [S. l.: s. n.], p. 105-115, jun. 2020.

OLIVEIRA, L. M. *et al.* **TriatoKey: Uma ferramenta web e mobile para identificação da biodiversidade de espécies brasileiras de triatomíneos**. Base de dados. (2017), vol. 2017:

OSMARI V, *et al.* First identification of *Lutzomyia longipalpis* in an area of visceral leishmaniasis transmission in central Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Parasitology Research**, v. 121, n. 11, p. 3327–3330. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07647-9>. Acesso em: 09 mar. 2023.

PEREIRA JÚNIOR, A. M.; *et al.* Survey of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in Guajará-Mirim State Park forest reserve, near the Brazil-Bolivian border, with a description of *Pintomyia fiocruzi*, a new sand fly species. **Zootaxa**. 4691(3):zootaxa.4691.3.7, 2019.

PINTO, I. D. S. *et al.* DNA Barcoding of Neotropical Sand Flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae): Species Identification and Discovery within Brazil. **PLoS One**, v. 10, n. 10, 2015.

_____. *et al.* DNA barcoding of sand flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) from the western Brazilian Amazon. **PLoS One**, v. 18, n. 2, 2023.

PRADO A. M.; SAVINO, A. G.; THYSSEN, P. J. Interactive key for third instar larvae of Neotropical blow flies (Insecta, Diptera, Calliphoridae): the contribution of computational tools to assist in species identification. **Neotropical Entomology**, v. 52, p. 373-379, 2023.

RANGEL, E. F.; LAINSON, R. Flebotomíneos do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.

ROCHA, D. A.; *et al.* LutzDex™- A digital key for Brazilian sand flies (Diptera, Phlebotominae) within an Android App. **Zootaxa**; v. 4688, n. 3, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336755774>. Acesso em: 16 nov. 2023.

RODRIGUES, B. L.; DE SOUZA PINTO, I.; GALATI, E. A. B. Morphological and DNA-based description of *Trichophoromyia peixotoi* n. sp. (Diptera: Psychodidae), a new sand fly species from the Brazilian Amazon. **Parasites & Vectors**. 19;16(1):240, 2023.

SERVINO, L. M.; SCHWERTNER, C. F. Electronic identification key and data base to the genus *Chinavia* (Heteroptera: Pentatomidae) with morphological and distributional data. **Zootaxa**, v. 4809, n. 1, p. 195-196, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4809.1.13>. Acesso em: 03 fev. 2024.

SHERLOCK, I. A. A importância dos flebotomíneos. In: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (Eds.), **Flebotomíneos do Brasil**, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p.15-21, 2003.

SHIMABUKURO, P. H. F.; ANDRADE, A. J.; GALATI, E. A. B. Lista de verificação de flebotomíneos americanos (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae): gêneros, espécies e sua distribuição. **ZooKeys** n. 660: p. 67-106, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/zookeys.660.10508>. Acesso em: 01 dez. 2023.

SHIMABUKURO, P. H. F., TOLEZANO, E, GALATI, E. A. B. Chave de identificação ilustrada dos Phlebotominae (Dípteros, Psychodidae) do estado de São Paulo, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, n. 51, 399–341, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492011002700001>. Acesso em: 9 fev. 2024.

SILVA, B. S., *et al.* Avaliação de Usabilidade do BioTax no Ensino Remoto de Entomologia Médica. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación em Tecnología**, n. 32, p. 123-122, 2022.

SILVA, B. S. da; MARQUES, V. de G.; GAMA, R. A. Uma experiência interdisciplinar de projeto de interface de sistema web para identificação taxonômica de exemplares durante pesquisas em biociências. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 11, n. 1, Mar 2024. Disponível em: https://doi.org/10.20873/2024_mar_15699. Acesso em: 29 mai. 2024.

SOUSA-PAULA, L. C., PESSOA, F. A. C., DANTAS-TORRES, F. Beyond taxonomy: species complexes in New World phlebotomine sand flies. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 35, n. 3, p. 267-283, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mve.12510>. Acesso em: 05 jul 2024.

YOUNG D.G.; DUNCAN, M.A. Guide to the identification and geographic distribution of Lutzomyia sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 54, p. 881, 1994.

WALTER, D. E.; WINTERTON, S. Keys and the crisis in taxonomy: extinction or reinvention? **Annual Review of Entomology**. v. 52, p. 193-208, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Control of the leishmaniases: Report of a meeting of the WHO Expert Committee on the control of Leishmaniases. **WHO Technical Report Series**, n. 949. Geneva: WHO Press; 22-26 Mar 2010. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/44412>. Acesso em: 12 nov. 2023.