CHAVE INTERATIVA PARA DIÁSPOROS DO CERRADO DO JARDIM BOTÂNICO DE BRASÍLIA, DF, ATRATIVOS PARA FAUNA.

Marcelo Kuhlmann Peres
Departamento de Botânica. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, CEP 70910-900 Brasília, DF, Brasil.
biomakp@gmail.com

Christopher William Fagg
Departamento de Botânica. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, CEP 70910-900 Brasília, DF, Brasil.

RESUMO – Frutos e sementes (diásporos) possuem adaptações às diversas formas de dispersão e a grande variedade nessas estruturas torna complexa sua classificação morfológica e identificação do material botânico quando coletado em fruto. O uso das chaves convencionais muitas vezes trava o processo devido à terminologia pouco usual, e a aplicação de chaves interativas pode ser uma alternativa. Pesquisas no Cerrado sobre dispersão mostraram que as espécies zoocóricas são maioria, principalmente em fitofisionomias florestais. Devido à diversidade morfológica, caracteres estruturais dos diásporos podem ser comparados para identificação das plantas, principalmente quando associados a um banco de imagens com exemplos ilustrados que torne o processo acessível. O objetivo desse trabalho foi a construção de uma chave interativa ilustrada para identificação de espécies do Cerrado do Jardim Botânico de Brasília que são dispersas pela fauna. Foram obtidas 157 espécies zoocóricas com frutos frescos e maduros, distribuídas em 61 famílias e 111 gêneros. A chave eletrônica foi confeccionada no "Lucid", programa de chaves interativas de múltipla entrada que possibilita uso de imagens. A chave foi testada com alunos de graduação da Universidade de Brasília e tem se mostrado uma ferramenta prática na identificação das espécies, já estando disponível gratuitamente no site www.frutosatrativosdocerrado.bio.br.

Palavras-chave: Chave ilustrada; Lucid; Frutos e Sementes; Zoocoria; Cerrado

INTERACTIVE KEY TO DIASPORAS OF THE CERRADO IN THE BRASÍLIA BOTANICAL GARDEN, DF, THAT ARE ATTRACTIVE TO WILDLIFE

ABSTRACT: Fruits and seeds (diasporas) have adaptations to various forms of dispersal and the variety in these structures complicates their morphological classification and identification of botanical material collected when in fruit. The use of conventional keys often complicates the process because of the difficult nomenclature, and the application of interactive keys may be a simplest alternative. Research in the Cerrado showed that the majority of species are animal dispersed, mainly in forest vegetation types. Due to the diversity of morphological, structural characters of the fruits and seeds can be compared for identification of plants, particularly when associated with an image database and illustrated examples that makes the process accessible. The work goal was to construct an illustrated interactive key to identify species of Cerrado in the Brasília Botanical Garden, DF, that are attractive to wildlife. A 157 zoochorous species with mature fruits and seeds were collected, distributed in 61 families and 111 genera. The electronic key was made in "Lucid", an interactive multiple-entry key program that enables the use of images. The key has been tested with graduation students in the University of Brasilia and is a practical tool in species identification, being already freely available on the website www.frutosatrativosdocerrado.bio.br.

Keywords: Illustrated Key; Lucid; Fruits and Seeds; Zoochory; Cerrado

INTRODUÇÃO

O conhecimento da relação homem/planta/animal é essencial em qualquer programa de preservação. Estudos no Bioma Cerrado sobre dispersão de frutos e sementes (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, 2006; Oliveira, 1991; Almeida-Cortez, 2004; Batalha & Martins, 2004) mostraram que o número de espécies dispersas por animais (zoocóricas) apresenta maior represen-

tatividade em fitofisionomias com dossel mais fechado, como o Cerrado denso, o Cerradão e as matas. E Pinheiro & Ribeiro (2001) registraram 71% das espécies de Mata de Galeria relacionando-se com a fauna para colonizar novos locais.

A correta identificação de frutos e sementes tem um papel importante em estudos de dieta animal, dispersão e bancos de sementes (Janzen, 1969; Van Der Pijl, 1982; Gribel, 1986; Jordano, 1995, 2000; Bagno *et al.*, 1998; Dalponte & Lima, 1999; Francisco & Galetti, 2001; Cazetta *et al.*, 2002; Rodrigues, 2002; Cazetta & Galetti, 2003; Lima *et al.,* 2003; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Golin, 2008). Porém o uso de muitos termos botânicos diferentes presentes na literatura (Barroso *et al*., 1999) para descrever e classificar essas estruturas, associada a grande variedade morfológica e diversidade de espécies no Cerrado, dificulta o trabalho do pesquisador quando ele tem em mãos apenas os diásporos da espécie que pretende identificar.

Buscando facilitar o processo de identificação e torná-lo mais acessível, taxonomistas têm desenvolvido diversas ferramentas com recursos computacionais, como as chaves interativas de múltiplo acesso do programa LUCID®. Esse tipo de chave tem a grande vantagem de ser o próprio usuário quem seleciona os caracteres, podendo fazer várias combinações diferentes com os dados que se possui e assim direcionar o processo. Outras vantagens dessa ferramenta são a facilidade de atualização e distribuição pela internet, deixando-a mais acessível, e também o uso de grande quantidade de imagens fotográficas e ilustrações a reduzido custo, o que aumenta as chances de identificação do material (Edwards & Morse, 1995; Morse & Tardivel, 1996; Dallwitz *et al*, 2000; Fujihara, 2008; Bittrich, 2010).

Devido à sua diversidade morfológica, caracteres estruturais dos frutos e sementes podem ser comparados e usados para identificação das plantas (Kozlowski & Gunn, 1972; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 1983; Groth & Liberal, 1988; Barroso *et al*., 1999; Aqüila, 2004; Souza *et al*, 2006; Gonçalvez & Lorenzi, 2007) principalmente quando associados a um banco de imagens e termos mais simples que torne o processo acessível. Assim, o objetivo desse trabalho foi a construção de uma chave interativa ilustrada de múltipla entrada no programa LUCID® para identificação de espécies do Cerrado do Jardim Botânico de Brasília, DF, que são atrativas para fauna.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta – O estudo ocorreu no Jardim Botânico de Brasília (JBB) e sua Estação Ecológica, uma área de aproximadamente 5.000 ha, situada nas coordenadas 15°52'21"S e 47°50'50"W, a 1.056 m de altitude. Junto com a Reserva Ecológica do IBGE e a Fazenda Água Limpa da UnB somam área de aproximadamente 10.000 ha e compõem parte dos 25.000 ha da Área de Proteção Ambiental (APA) do Gama-Cabeça-de-Veado e a Reserva da Biosfera do Cerrado (Nóbrega, 1999; Fonseca & Silva Júnior, 2004).

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, e caracteriza-se por duas estações bem definidas: uma quente e chuvosa, de outubro a abril, e outra fria e seca, de maio a setembro. A temperatura média anual máxima é de 28,5 ºC e a média mínima de 12,0 ºC (Munhoz & Felfili, 2005).

A identificação do material coletado, contendo o ramo da planta e seus diásporos maduros, foi feita com base na literatura (Lorenzi, 2002; Silva Júnior, 2005; Approbato & Godoy, 2006; Lorenzi *et al.*, 2006; Proença *et al.*, 2006; Silva Júnior & Silva Pereira, 2009), comparação com exsicatas e também por especialistas do herbário da UnB. A classificação das espécies e famílias foi baseada em APG III (Bremer *et al.*, 2009) e seus nomes foram conferidos na Lista da Flora do Brasil (Forzza *et al*., 2010). As coletas foram depositadas no herbário da Universidade de Brasília (UB) e indexadas ao software BRAHMS - Botanical Research and Herbarium Management System.

Os diásporos foram coletados ao longo dos anos de 2007 a 2010 e foi feita sua foto-documentação em campo e laboratório. Para análise dos dados foram coletados entre 20 a 30 frutos e 20 a 30 sementes por espécie, de no mínimo três indivíduos diferentes. Os diásporos foram medidos com paquímetro digital (preciso até 0,01 cm), obtendo-se a maior e menor dimensão de cada e pesados em balança digital de precisão (0,0001 g). A secagem dos diásporos para obtenção do teor de água foi feita com duas semanas em estufa a 70° e a fórmula usada foi: [(Peso inicial – Peso final) / (Peso inicial)] x 100% (Salomão *et al.*, 2003). Quando foi impossibilitada a pesagem individual devido ao tamanho reduzido, as sementes foram pesadas em um lote de 50 e o peso médio obtido.

Foram considerados como dispersos por animais apenas os diásporos endozoocóricos ou sinzoocóricos com algum tipo de tecido nutritivo comestível, como frutos carnosos e sementes ariladas, ou que são primariamente dispersos por aves, morcegos ou mamíferos

terrestres com base na literatura (Janzen, 1969; Howe & Smallwood, 1982; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 1983, 2006; Roosmalen, 1985; Fleming, 1987). Os diásporos foram coletados apenas em estado maduro e plenamente formados, sendo estes os que desprendiam fácil da planta, apresentavam deiscência do fruto, amolecimento da polpa ou camada externa da semente totalmente desenvolvida.

Também foram anotados em campo os dados ecológicos como forma de vida da planta, fitofisionomia predominante de ocorrência, época de frutificação e agente dispersor, sendo estes feitos com base na observação direta das coletas e também na literatura (Alves, 1991; Jordano, 1995, 2000; Antunes & Salomão, 1998; Dalponte, 1999; Batalha & Mantovani, 2000; Francisco & Galetti, 2001; Pinheiro & Ribeiro, 2001; Cazetta *et al.*, 2002; Lorenzi, 2002; Cazetta & Galetti, 2003; Batalha & Martins, 2004; Munhoz & Felfili, 2005; Silva Júnior 2005; Approbato E Godoy, 2006; Lorenzi *et al.*, 2006; Golin, 2008; Silva Júnior & Silva Pereira, 2009).

Obtenção das fotos para a chave –As fotografias para ilustrar a chave foram feitas em câmera digital (CANON® Rebel T1i, lente EFS 18-55 mm), com auxílio de suporte estático no laboratório (**Figura 1**) para dar maior firmeza e precisão. Quando as sementes eram muito pequenas (menores que 5 mm) também se usou microscópio estereoscópico acoplado à câmera digital LEICA® (**Figura 2**) para aquisição das imagens.

As fotos foram tiradas em fundo preto ou azul e tratadas no ADOBE PHOTOSHOP CS3® para homogeneização da imagem, correção nos níveis de luz e cores e acréscimo da régua digital padronizada (**Figura 3**). O fundo da cor azul aumenta os níveis de contraste, reduz os reflexos produzidos pela incidência de luz e facilita no tratamento das imagens (Fujihara, 2008).

Para montagem das pranchas (**Figura 4**) foram fotografadas individualmente: o ramo da planta mostrando seus aspectos morfológicos gerais e filotaxia; detalhes da flor quando presente na coleta; ambas as faces da folha; e os frutos e sementes em diferentes ângulos e com cortes transversais e longitudinais para mostrar suas partes constituintes. Trabalhou-se apenas com material fresco e diásporos maduros, não se utilizando material herborizado.

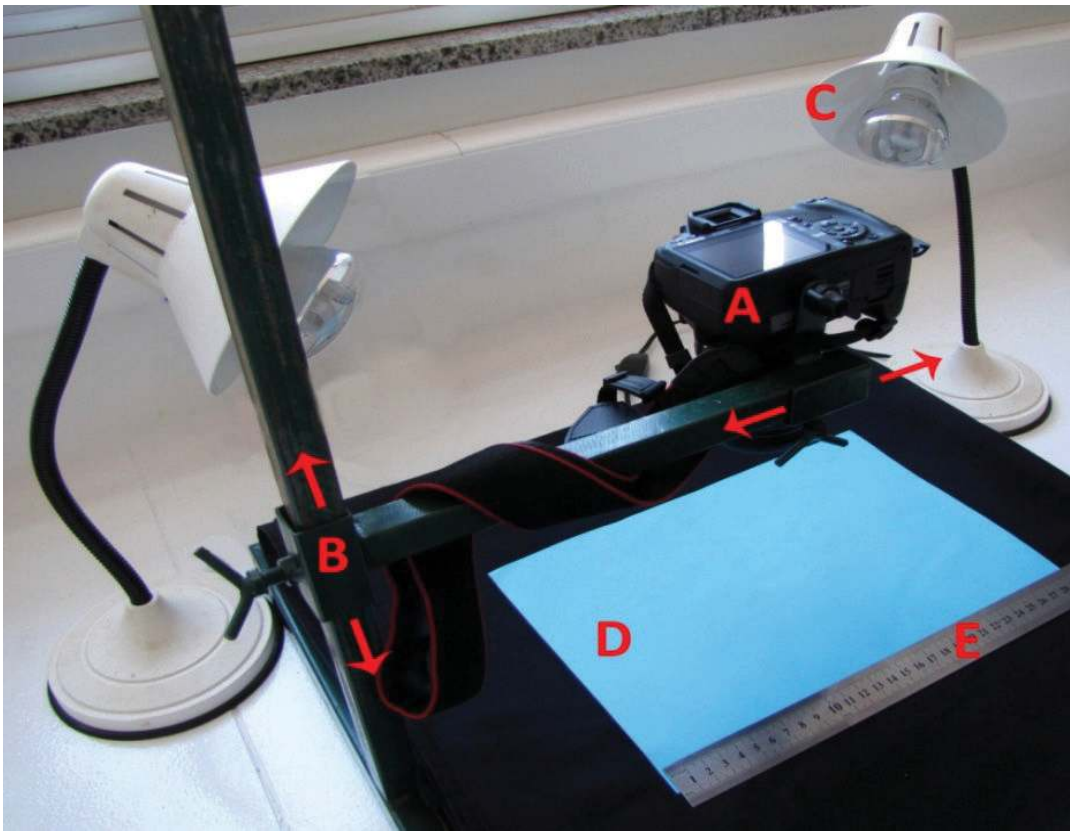

Figura 1. Ambiente de fotografia com: (A) câmera digital CANON®, modelo EOS Rebel T1i, lente EFS 18-55 mm; (B) suporte estático com parafusos que permitem deslocar a câmera no sentido vertical e horizontal; (C) lâmpadas xelux branca de 13 W; (D) fundo com papel azul; (E) régua com escala em 0,5 milímetros.

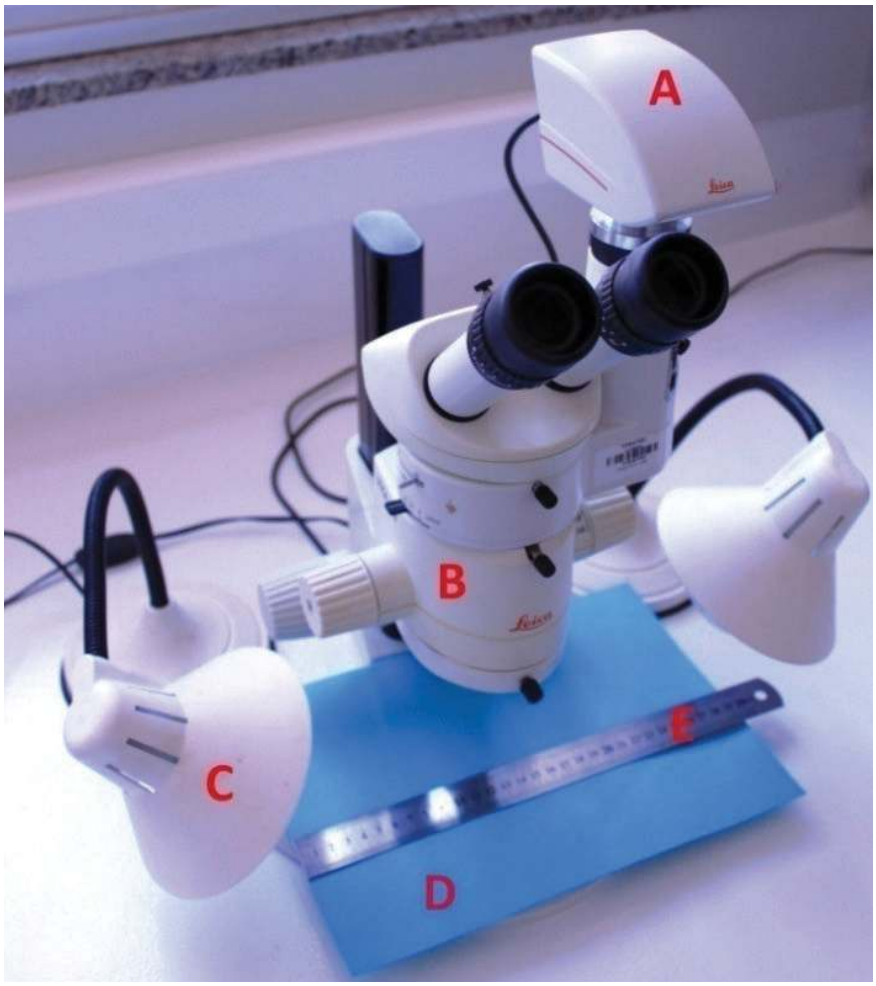

Figura 2. Câmera LEICA® EC3 (A) acoplada ao (B) microscópio estereoscópico LEICA®, MZ6; (C) lâmpadas xelux branca de 13 W; (D) fundo com papel azul; (E) régua com escala em 0,5 milímetros.



Figura 3. Sementes de *Ouratea hexasperma* antes e depois da edição no PHOTOSHOP®, com fundo homogêneo, régua digital e identificação da espécie.

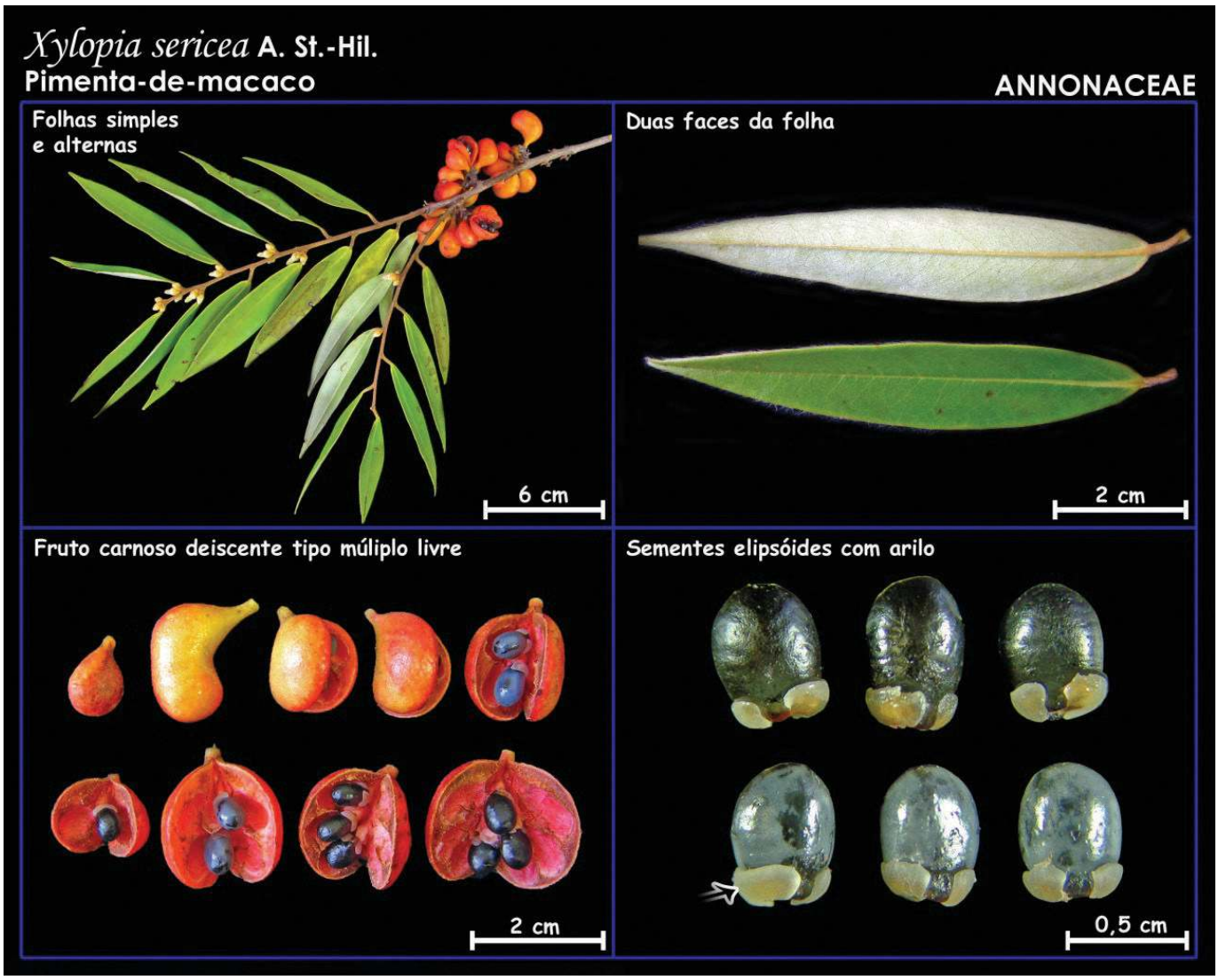

Figura 4. Exemplo de prancha que ilustra a chave mostrando nome científico, nome popular, família, filotaxia e detalhes da folha, frutos e sementes com escala.

A construção da Chave no Lucid - O programa LUCID® foi desenvolvido no "Centre for Biological Information Technology" (CBIT), na Universidade de Queensland, Austrália, e está disponível no site www.lucidcentral.org. Seu sistema compreende duas partes: o "Lucid Builder", onde a chave é construída, e o "Lucid Player", onde a chave é utilizada para identificação das espécies. Para seu funcionamento é necessário apenas ter o programa "Java Virtual Machine" instalado no computador, disponível gratuitamente na internet.

As relações entre os estados de caracteres e as espécies podem ser feitas com sete tipos diferentes de marcadores (**Tabela 1**). Para construção da chave é necessário basicamente: uma lista de espécies ("*entities*"); uma lista de características e estados que serão usadas para distinguir as espécies ("*features*" e "*states*"); e relacionar essa matriz de dados entre as espécies e suas características (**Figura 5**).

Tabela 1. Tipos de marcadores usados no Lucid.

✔	*Common* – o estado ocorre comumente ou sempre na espécie.
✔	*Rare* – ocorre raramente na espécie.
?	*Uncertain* – não se sabe se o estado ocorre ou não na espécie.
✔	*Common and Misinterpreted* – o estado não ocorre na espécie, mas pode ser mal interpretado que ocorre.
✔	*Rare and Misinterpreted* - um estado raro que não ocorre na espécie, mas pode ser mal interpretado que ocorre.
■	*Not Scoped* – A característica não é útil na separação de determinadas espécies e não irá aparecer ao rodar a chave até que seja necessária.
□	*Absent* – o estado não ocorre na espécie.

A chave foi dividida em três partes ou "sistemas" para facilitar o acesso: 1- Características das sementes ou caroços; 2 - Características dos Frutos maduros; 3 - Características vegetativas, ecológicas e taxonômicas (Tabela 2). Junto a isso foram anexadas imagens exemplificando o que se pretendia dizer junto com textos explicativos para os termos técnicos (**Figura 6**), baseando-se na ideia do dicionário ilustrado de Gonçalvez e Lorenzi (2007).

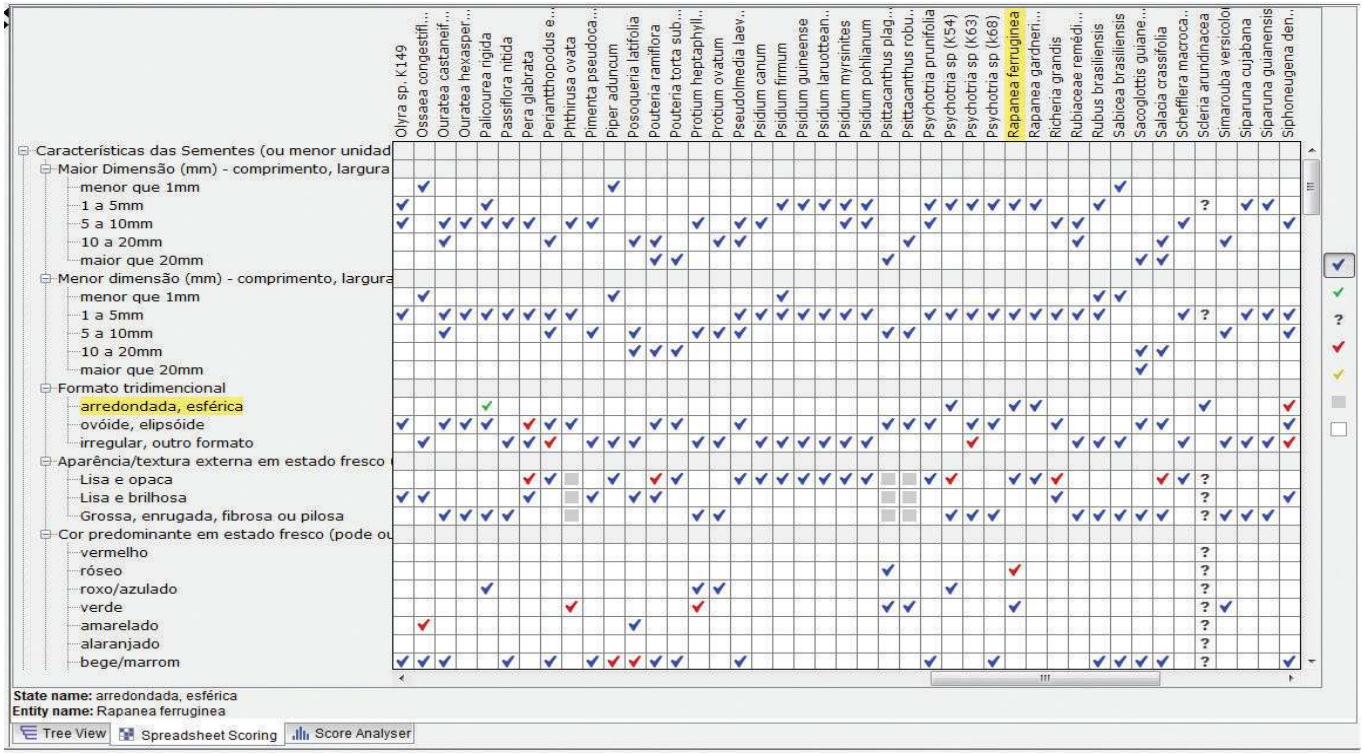

Figura 5. Painel do "Lucid Builder" onde as relações entre as espécies (lista acima) e os estados de caractere (à esquerda) são estabelecidas, mostrando as diversas marcações que podem ser feitas.

Tabela 2. Características usadas na construção da chave eletrônica.

"Features" ou Caracteres	"States" ou Estados					
Características das Sementes ou Caroços						
Maior Dimensão (cm)	Menor que 0,1	De 0,1 a 0,5	De 0,5 a 1	1 a 2	Maior que 2	
Menor Dimensão (cm)	Menor que 0,1	0,1 a 0,5	0,5 a 1	1 a 2	Maior que 2	
Formato (tridimensional)	Esférica	Elipsoide	Irregular			
Aparência/Textura	Lisa e opaca	Lisa e brilhosa	Grossa, enrugada			
Cor predominante*	*Vermelho; róseo; roxo/azulado; verde; amarelo; laranja; bege/marrom; preto/cinza escuro; branco/cinza claro.					
Dureza da superfície	Rígida, endurecida	Frágil, fina				
Presença de arilo/ariloide	Presente	Ausente				
Cor do arilo/ariloide*	*Vermelho; róseo; roxo/azulado; verde; amarelo; laranja; bege/marrom; preto/cinza escuro; branco/cinza claro.					
Proporção do arilo/ariloide	Cobre toda semente	Cobre metade da semente	Cobre menos da metade			
Presença de ornamentações/desenhos	Presente	Ausente				
Característica da cicatriz na superfície	Bem marcada	Simples/pouco visível				
Posição da cicatriz	Apical	Lateral				
Massa fresca ou seca (mg)	Menor que 10	Entre 10 e 100	Maior que 100			
Teor de água (%)	Menor que 30	Maior que 30				
Características dos Frutos						
Maior Dimensão (cm)	Até 0,5	De 0,5 a 1	De 1 a 2	De 2 a 4	De 4 a 7	Maior que 7
Menor Dimensão (cm)	Até 0,5	De 0,5 a 1	De 1 a 2	De 2 a 4	De 4 a 7	Maior que 7
N° de Sementes por fruto	Sempre 1	Até 2	3 a 10	11 a 20	Maior que 20	

Razão Fruto/Semente	1:1 até 1,5:1	2:1 até 2,5:1	3:1 em diante	
Formato (tridimensional)	Globoso	Ovoide	Comprido	Irregular
Cor predominante*	*Vermelho; róseo; roxo/azulado; verde; amarelo; laranja; bege/marrom; preto/cinza escuro; branco/cinza claro.			
Tipo de Fruto	Seco indeiscente	Seco deiscente	Carnoso deiscente	Carnoso indeiscente
Tipo de Fruto carnoso indeiscente	Drupóide - 1 caroço	Drupóide - mais de 1 caroço	Bacóide - muitas sementes	Bacóide - 1 ou poucas sementes
Estruturas florais como o perianto no fruto maduro	Ausentes/ Decíduos	Persistentes		
Tipo de ovário	Súpero	Ínfero		
Classificação quanto à origem do fruto	Simples	Múltiplo ou Agregado		
Massa do fruto fresco (g)	Menor que 1	Entre 1 e 10	Maior que 10	
Características vegetativas, ecológicas e taxonômicas				
Folha - Divisão	Simples	Composta	Palmada ou digitada	
Folha - Filotaxia	Alterna	Oposta	Verticilada	
Folha - Consistência	Cartácea ou membranácea	Coriácea	Suculenta	
Folha - Coloração	Concolor	Discolor		
Folha - Pilosidade	Pilosa	Glabra		
Exsudação ao destacar folha ou fruto	Presente	Ausente		
Cor da exsudação	Branco ou leitoso	Amarelado ou alaranjado	Transparente	
Estípulas na base das folhas	Presente	Ausente		
Espinhos na planta	Presente	Ausente		

Flor – presença de cálice e corola	Aclamídea	Monoclamídea	Diclamídea	
Flor - sexualidade	Bissexuada	Unissexuada		
Flor – simetria do perianto	Acti-nomórfica	Zigomórfica		
Forma de vida do vegetal	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Trepa-deiras
Estratégia Nutricional	Autótrofo	Hemi-parasita		
Habitat predominante	Savânico ou Camp-estre	Florestal		
Época de maturação dos frutos	Estação seca	Estação Chu-vosa	Ao longo do ano	
Agente dispersor predomi-nante	Aves	Morcegos	Mamíferos terrestres e outros ani-mais	
Atrativo para fauna	Frutos coloridos	Frutos de odor forte	Semente arilada	Outra estrutu-ra
Uso Humano	Alimentí-cio	Econômico alimentício	Medicinal conhecido	Outros usos
Família Botânica**	**cada uma das 61 famílias das espécies coletadas			



Figura 6. Exemplos de ilustrações presentes na chave para auxiliar o usuário. Características como forma e textura podem ser interpretadas de diferentes maneiras e as imagens ajudam a definir o que se pretende dizer (diásporos fora de escala na imagem).

Método de teste da Chave – A chave foi testada com alunos de graduação da disciplina "Morfologia Vegetal" da Universidade de Brasília e para isso usou-se a seguinte metodologia: a turma de 40 alunos foi dividida em dois grupos de 20, onde o primeiro grupo testou a chave do Lucid e o segundo grupo usou chaves dicotômicas presentes no livro "Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas" (Barroso *et al.,* 1999), obra mais completa sobre taxonomia e morfologia de diásporos. As chaves desse livro chegam até o nível de família e gênero usando-se apenas características dos diásporos.

Os alunos formaram duplas e tiveram no máximo 30 min para testar as chaves. Passado esse tempo, as duplas trocaram de chave e realizaram mais um teste, ficando o primeiro grupo com a chave tradicional e o segundo grupo com a chave do Lucid por mais 30 mim. Assim, teve-se um total de 20 testes com a chave eletrônica e 20 testes com a chave convencional.

Cada dupla recebeu frutos e sementes maduros e sem folhas de 10 espécies zoocóricas do Cerrado, coletadas ao acaso no Jardim Botânico de Brasília no período de realização do teste (novembro de 2010), sendo as mesmas 10 espécies para o grupo da chave tradicional e para o grupo da chave do Lucid. Ao final registrou-se em qual chave obteve-se o maior número de identificações corretas e em qual se levou menos tempo para identificar o material.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A "Chave Interativa para Frutos e Sementes do Cerrado Atrativos para Fauna" (Kuhlmann & Fagg, 2011), resultou em uma ferramenta acessível e de fácil manuseio, com mais de 500 pranchas para auxiliar na identificação das espécies (**Figura 7**). Encontra-se disponível gratuita no site "Frutos Atrativos do Cerrado" (www.frutosatrativosdocerrado.bio.br), onde se pode também obter mais informações sobre o Cerrado e os diásporos dispersos pelos animais. No site encontra-se ainda um pequeno tutorial ensinando como usar a chave de forma prática (seção "Chave Interativa: Como usar"), e também explicando seus termos que se encontram em inglês, a língua original do programa Lucid.

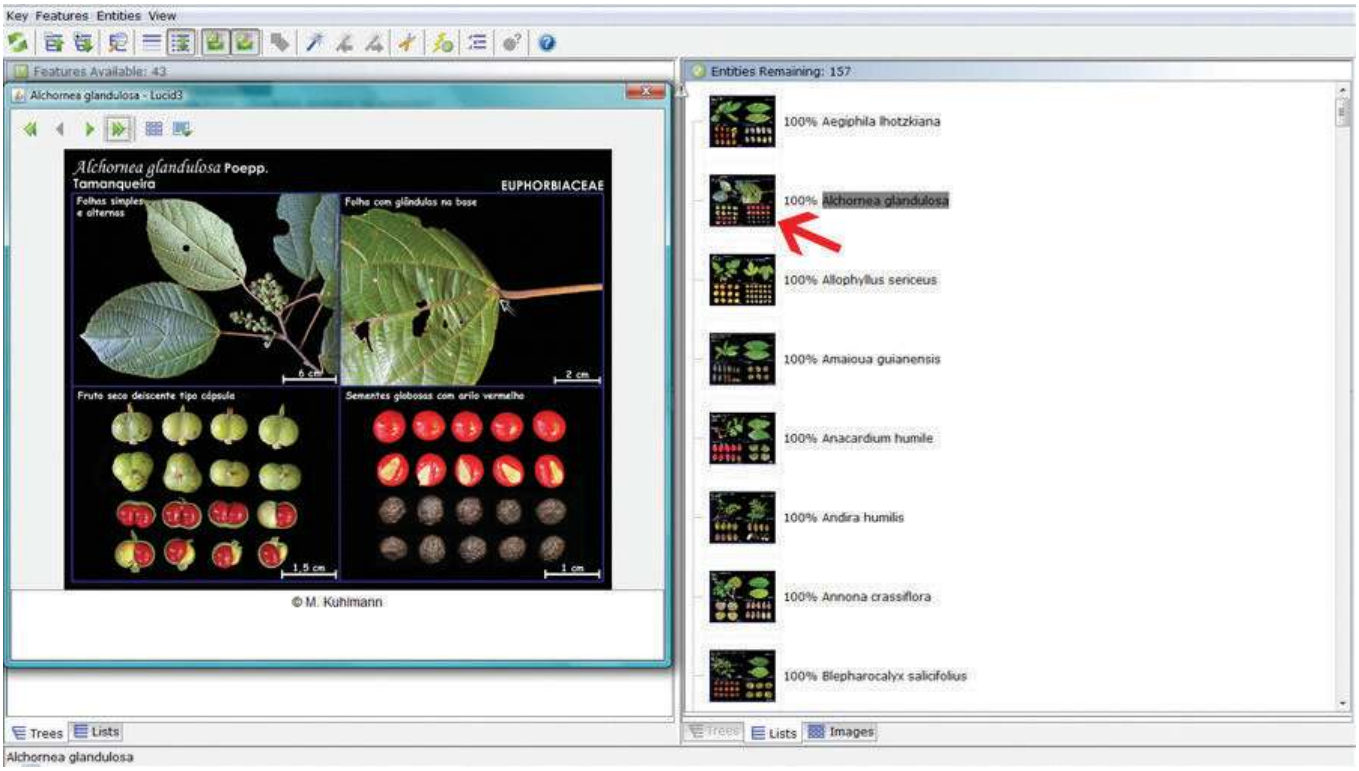

Figura 7. Chave interativa ilustrada para Frutos e Sementes Atrativos do Cerrado em funcionamento no "Lucid Player". Ao clicar na espécie (seta) será aberto um quadro com sua identificação e características gerais.

Foram amostradas 157 espécies do Cerrado na chave eletrônica, que compreendem cerca de 80% das famílias, 60% dos gêneros e 25% das espécies zoocóricas do Jardim Botânico de Brasília (Proença *et al.*, 2001; Chacon *et al*, 2009), contemplando tanto aquelas mais comuns e abundantes, como *Miconia ferruginata*, quanto algumas mais raras, como *Mendoncia mollis*. Ao finalizar o uso da chave pode-se conferir nas imagens e links disponíveis se a identificação está correta. No entanto, como não estão presentes todas as espécies zoocóricas do Cerrado, pode acontecer que algum usuário chegue ao final da identificação sem nenhum indivíduo encontrado ao usar a chave. Mas como se trata de um programa disponível na internet é possível constantemente atualizá-la com novos táxons à medida que se avança na pesquisa e levantamento dos diásporos, o que irá aumentar sua abrangência.

Como na ferramenta apenas foram usados materiais frescos e frutos maduros, procurando-se retratar os caracteres "atrativos para a fauna" de modo mais fiel, é possível que a chave não funcione bem para diásporos imaturos e materiais de herbário, devendo ser usada com cautela nesses casos. Estruturas como sementes e caroços rígidos geralmente não alteram muito a forma depois de herborizados e podem ser utilizadas na chave, mas ainda são necessários mais testes para comprovar.

A chave foi construída usando-se termos mais simples como tamanho, cor, textura e outros, de modo que ficasse acessível a usuários com diferentes graus de conhecimento sobre as plantas e também facilitasse o trabalho do pesquisador. Para os termos técnicos utilizados foram agregadas imagens para auxiliar o internauta e também no site há uma seção bem ilustrada com exemplos do

Cerrado sobre "Morfologia de Frutos e Sementes". Esse conhecimento tradicional de morfologia e taxonomia vegetal é fundamental para um bom aprendizado botânico, e o uso de tal ferramenta ilustrada pode ajudar nesses estudos e difundir de maneira mais abrangente o saber sobre as espécies do Cerrado, que de outra maneira ainda se encontra muito restrito às Universidades e cursos com matérias de Botânica (Silva Júnior, 2005; Gonçalves & Lorenzi, 2007; Silva Júnior & Silva Pereira, 2009).

Caracteres usados como "Agente dispersor predominante", "Uso humano" ou "Teor de água" talvez não sejam muito úteis na identificação, mas optou-se por mantê-los na chave por conta de outro uso interessante dessa ferramenta que é o de gerar listas de espécies. Por exemplo, se um usuário pretende saber quais daquelas espécies são dispersas por morcegos, basta que ele selecione primeiro o caractere "dispersor-morcego" para que as espécies que são atrativas para esse animal sejam filtradas.

Dos testes realizados com os alunos de graduação da disciplina "Morfologia Vegetal" da UnB verificou-se uma média de 7 mim e 100% de acerto para as identificações com a chave do Lucid e uma média de 27 mim e apenas 40% de acerto usando-se a chave dicotômica tradicional, quando os alunos não chegaram à identificação correta ou o tempo limite foi esgotado. A chave também foi testada com alunos de pós-graduação em Botânica e pesquisadores de outras áreas como Ecologia e Zoologia, tendo sido bem aceita e inclusive utilizada para identificação de espécies em alguns projetos. Esses resultados mostram como o programa facilita o processo de identificação, podendo ainda ser usada como complemento em disciplinas de taxonomia e morfologia, mas ainda seriam interessantes mais testes com pessoas de outras áreas para comprovar a praticidade da ferramenta com pessoas de diferentes níveis de entendimento sobre as plantas.

Poucos trabalhos em português foram encontrados discutindo o uso de chaves interativas como ferramenta de aprendizado. Aranha (2006) discute o uso de recursos eletrônicos entre o público jovem como um meio interativo para o aprendizado e, de acordo com o autor, são elementos atrativos para o treinamento educacional e também permite acompanhar o desenvolvimento tecnológico atual. Assim, trabalhos como a presente chave ilustrada são importantes também na disseminação do conhecimento sobre o Cerrado, podendo-se inclusive experimentar o uso de tais chaves em computadores acessíveis às pessoas em Jardins Botânicos.

CONCLUSÕES

O bioma Cerrado conta hoje com aproximadamente 12 mil espécies de plantas catalogadas, estimando-se que cerca da metade seja dispersa por animais. O presente trabalho não tem a pretensão se ser a "chave das soluções" para todas as dificuldades encontradas na classificação e identificação dos diásporos zoocóricos, mas acredita-se que possa auxiliar no seu estudo. E um maior número de espécies amostradas na chave certamente também dará maior poder e eficácia à ferramenta. Espera-se que seja útil para estudantes e profissionais de diversas áreas como Botânica, Zoologia, Biologia, Ecologia, Florestal assim como para qualquer um interessado em saber um pouco mais sobre o que se esconde no maravilho e diverso Bioma que é o Cerrado

AGRADECIMENTOS

Ao Jardim Botânico de Brasília pela autorização de estudo e coleta na área, à CAPES pela bolsa de mestrado ao primeiro autor, ao Departamento de Botânica da UnB pela infraestrutura disponibilizada, ao FNMA (Edital Nascentes 2/2005), e a todos aqueles que de alguma forma ajudaram nos trabalhos de campo e identificação das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. Pp. 225. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ALVES, M. A. S. Dieta e táticas de forrageamento de *Neothraupis faciata* em cerrado no Distrito Federal, Brasil (Passeriformes: Emberizidae). **Ararajuba** 2:25-29, 1991.

ANTUNES, N. B.; RIBEIRO J. F.; SALOMÃO, A. N. Caracterização de frutos e sementes de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Sementes** 20: 112-119, 1998.

APPROBATO, A. U.; GODOY, S. A. P. Levantamento de diásporos em áreas de Cerrado no Município de Luiz Antônio, SP. **Hoehnea** 33 (3): 385-401, 2006.

AQÜILA, M. E. A. Tipos de Diásporos e suas origens. Pp. 69. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ARANHA, G. Jogos Eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado. **Ciências & Cognição**, vol 07: 105-110, 2006.

BAGNO, M. A. As aves da Estação Ecológica de Águas Emendadas. pp. 22-33. In: Marinho-Filho J.; Rodrigues F.; Guimarães M. (eds;). **Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. Brasília: Governo do Distrito Federal, 1998.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P. PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Editora UFV, Viçosa, 1999.

BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W. Reproductive Phenological Patterns of Cerrado Plant Species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): A Comparison between the herbaceous and Woody Floras. **Revista Brasileira de Botânica** 60: 129-145, 2000.

BATALHA, M. A.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). **Australian Journal of Botany** 52: 149-161, 2004.

BITTRICH, V. **Chaves "on-line" de identificação de plantas do Departamento de Botânica do IB/Unicamp**. Disponível em www2.ib.unicamp.br/profs/volker/chaves/. Acesso em novembro de 2011.

BRAHMS® - **Botanical Research and Herbarium Management System**. Disponível em www.dps.plants.ox.ac.uk/bol. Acesso em agosto de 2010.

BREMER B; BREMER K; CHASE M.W.; FAY M.F.; REVEAL J.L.; SOLTIS D. E.; SOLTIS P. S.; STEVENS P. F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121, 2009.

CAZETTA, E.; RUBIM, P.; LUNARDI, V. O.; FRANCISCO, M. R.; GALETTI M. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. **Ararajuba** 10: 199-206, 2002.

CAZETTA, E.; GALETTI, M. Ecologia de ervas-de-passarinho. **Ciência Hoje** 33: 73-74, 2003.

CHACON, R.G.; MARTINS, R.C.; AZEVEDO, I.N.C.; OLIVEIRA, M.S.; PAIVA, V.F. Florística da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília e do Jardim Botânico de Brasília. **Heringeriana**, v.3, p.11 – 78, 2009.

DALLWITZ, M. J., PAINE, T. A.; ZURCHER, E. J. 2000. **Principles of interactive keys.** Disponível em www.delta-intkey.com. Acesso em novembro de 2011.

DALPONTE, J. C.; LIMA E. S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora - Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 22: 325-332, 1999.

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.

FLEMING, T.H.; BREITWISCH, R.; WHITESIDES, G. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics** 18, 91–109, 1987.

FONSECA, M. S.; SILVA JÚNIOR M.C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta bot. bras**. 18(1): 19-29, 2004.

FRANCISCO, R. M.; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrcinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Ararajuba** 9: 13-19, 2001.

FORZZA, R.C.; LEITMAN, P.M.; COSTA, A.F.; CARVALHO JR., A.A.; PEIXOTO, A.L.; WALTER, B.M.T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D.P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H.C.; PRADO, J.; STEHMANN, J.R.; BAUMGRATZ, J.F.A.; PIRANI, J.R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L.C.; LOHMANN, L.G.; QUEIROZ, L.P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M.N.; MAMEDE, M.C.; BASTOS, M.N.C.; MORIM, M.P.; BARBOSA, M.R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T.B.; SOUZA, V.C. 2010. Introdução. *in* **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010. Acesso em novembro de 2011.

FUJIHARA, R.T. **Chave pictórica de identificação de famílias de insetos-praga agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - A.C.: Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2008.

GOLIN, V. **Frugivoria e dispersão de sementes de araticum *Annona crassiflora* Mart. por animais em área de cerrado mato-grossense.** Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2008.

GONÇALVES, E. D.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil**. Sonderbönd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 7: 315-352, 1983.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation**. Vol. II. Pollination and Seed Dispersal. Ulm: Reta Verlag, 2006.

GRIBEL, R. **Ecologia de polinização e da dispersão de *Caryocar brasiliense* Camb. (Cariocaraceae) na região do Distrito Federal.** Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasil, 1986.

GROTH, D.; LIBERAL, O.H.T. **Catálogo de identificação de sementes n°1**. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seeds dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 201-228, 1982.

JANZEN, D. H. Seed-Eaters Versus Seed Size, Number, Toxicity and Dispersal. **Evolution**, v. 23, n. 1, 1-27, 1969.

JAVA VIRTUAL MACHINE®. Disponível em www.java.com/pt_BR/download. Acesso em novembro de 2011.

JORDANO, P. Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: a comparative analysis of adaptation and constraints in plant-animal interactions. **American Naturalist** 145, 163-191, 1995.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities.** 2nd edition. CABI Publ., Wallingford, UK. Pages 125-166, 2000.

KUHLMANN-PERES, M.; FAGG, C.W. 2011. **Chave Interativa para Frutos e Sementes do Cerrado Atrativos para Fauna.** Disponível em www.frutosatrativosdocerrado.bio.br. Acesso em novembro de 2011.

KOZLOWSKI, T.T.; GUNN, C.R. Importance and Characteristics of Seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed Biology, Vol 1**. Importance, Development and Germination. New York and London. Academic Press, 1972.

LIMA, E. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON, B. S.; SCARIOT, A. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um cerrado *sensu stricto* no Brasil Central – DF. **Revista Brasileira de Botânica** 26: 361-370, 2003.

LORENZI, H.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura).** Nova Odessa: Editora Plantarum. v.1, 674p, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol 1**. 4°edição. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol 2.** 2°edição. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2002.

LUCID®. Disponível em www.lucidcentral.org. Acesso em novembro de 2011.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. B.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora vascular do bioma Cerrado: *checklist* com 12.356 espécies. Pp. 421-1279. In: S. M. SANO; S. P. ALMEIDA & J. F. RIBEIRO (Eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora, v2**. Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2008.

MORSE, D. R.; G. M., TARDIVEL. 1996. **A comparison of the effectiveness of a dichotomous key and a multi-access key to Woodlice**. Disponível em www.cs.kent.ac.uk/pubs/1996/44/content.ps.gz . Acesso em novembro de 2011.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J, M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta bot. bras.** 19(4): 979-988, 2005.

NÓBREGA, M. G. G. **Fitossociologia e comunidades na mata de galeria Cabeça-de-Veado, no Jardim Botânico de Brasília, Brasília, DF**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasil, 1999.

OLIVEIRA, P. E. **The pollination and reprodutive biology of a Cerrado woody community in Brazil.** Tese de Doutorado - University of St. Andrews, 1991.

PINHEIRO, F.; RIBEIRO, J. F. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. & SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001.

PROENÇA, C. E. B.; MUNHOZ, C. B. R.; JORGE, C. L.; NÓBREGA, M. G. G. Listagem e nível de proteção das espécies de fanerógamas do Distrito Federal, Brasil. In: CAVALCANTI, T. B. & RAMOS, A. E. **Flora do Distrito Federal, Brasil. Volume I**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA A. P. **Flores e Frutos do Cerrado**. Editora Universidade Brasília; São Paulo – Imprensa Oficial, Brasil. 2006.

RODRIGUES, F. H. G. **Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.** Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2002.

ROOSMALEN, M. G. M. van. **Fruits of the Guianan flora**. Utrecht: Institute of Systematic Botany, Utrecht University; Wageningen: Silvicultural Department of Wageningen Agricultural University, 1985

SALOMÃO, A. N.; SOUZA-SILVA, J. C.; DAVIDE, A. C.; GONZÁLEZ, S.; TORRES, R. A. A.; WETZEL, M. M. V. S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L. S. **Germinação de Sementes e Produção de Mudas de Plantas do Cerrado**. Brasília, DF. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2003.

SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília, DF. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2005.

SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA PEREIRA, B. A. **+ 100 árvores do cerrado – Matas de Galeria: guia de campo**. Brasília, DF. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2009.

SOUZA, L. A. (ORG.); MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; PAOLI, A. A. S. **Anatomia do fruto e da semente.** Editora UEPG, Ponta Grossa, 2006.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. NewYork, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1982.