

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

**Sistema reprodutivo e polinização de *Byrsonima orbignyana*
(Malpighiaceae) no Pantanal, Brasil**

Morgana Silveira Sazan

Orientador: Dr. Erich Fischer

Campo Grande

Março 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

**Sistema reprodutivo e polinização de *Byrsonima orbignyana*
(Malpighiaceae) no Pantanal, Brasil**

Morgana Silveira Sazan

Dissertação apresentada como um dos requisitos
para obtenção do grau de Mestre em Biologia
Vegetal junto ao Departamento de Biologia do
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Campo Grande

Março 2010

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

Local e data: Campo Grande, 12 de março de 2010

Banca examinadora

Prof. Dr Erich Fischer (Orientador)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Prof. Dr. Leandro Freitas (titular)
(Jardim Botânico do Rio de Janeiro)

Prof^a. Dr^a. Andréa Cardoso Araujo (titular)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Dr^a Patrícia Araujo de Abreu Cara (suplente)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Aos meu pais (Loreci e Luzia), aos meus avós (Anselmo, Nilza e Maria), irmão (Felipe) e a família pela confiança e carinho. Ao Sr. Hélio, Dona Maria do Carmo, Karina e Karen pelo carinho e apoio. Ao Samuel pelo constante apoio e amor incondicional.

Agradecimentos

No desenvolvimento e conclusão de atividades que me enobreceram e ajudaram a progredir profissional e pessoalmente, contei com o apoio de pessoas às quais quero destinar meus sinceros agradecimentos:

Ao Erich Fischer pela oportunidade, por acreditar, confiar, apoiar e orientar no desenvolvimento desse estudo, especialmente pela amizade e paciência.

Ao Samuel Boff pela ajuda, desde a concepção da idéia, execução a conclusão deste estudo, pela companhia, pelo carinho e total apoio.

À Andréa Cardoso Araújo e Patrícia Cara pela amizade e pelas sugestões ao projeto de pesquisa.

Ao proprietário Fazenda São Bento por permitir a realização das coletas de dados no interior da fazenda.

Ao Antonio Lopes (PROPP), pelo apoio logístico tornando possíveis as viagens à BEP.

Ao Seu Geraldo, por ampliar culturalmente o conhecimento provindo do homem pantaneiro. Ao Cícero pelo apoio e auxílio na solução de problemas no campo. A todas as cozinheiras que garantiram as refeições durante as viagens a campo. Ao motorista “Semente” pelas viagens a campo.

À Edna Scremin e Helena por concederem material de laboratório.

Ao Guilli Silveira, Gisele Catian, Rodrigo Aranda, Deborah Kufner, pela amizade e ajuda nas coletas de dados.

Ao Wellington Fava e Wesley Covre pela companhia e caronas até a BEP.

Ao Arnildo Pott pela identificação do material botânico.

Ao Gabriel Melo, Antonio Aguiar e Felipe Vivallo pela identificação das abelhas.

Ao Alan Eriksson pela amizade, ajuda no campo e ajuda com programas estatísticos.

Ao Bruno Pontara, Vanessa Pontara, Marcelo Bueno, Amanda Boareto, Gabriela Atique, Márcia Batistella pela companhia e irrestrita amizade.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa.

Plant Systematics and Evolution

Editor-in-Chief: Frank H. Hellwig

ISSN: 0378-2697 (print version)

ISSN: 1615-6110 (electronic version)

Journal no. 606

Springer Wien

Abstracted/indexed in: Abstracts in Anthropology, Academic OneFile, Academic Search, CAB Abstracts, CAB International, Cengage, Chemical Abstracts Service (CAS), Current Abstracts, Current Contents/Clinical Medicine, EMBASE, EMCare, Expanded Academic, Global Health, Google Scholar, Health Reference Center Academic, IBIDS, INIS Atomindex, INPHARMA, Journal Citation Reports/Science Edition, Mosby yearbooks, OCLC, PASCAL, PubMed/Medline, Science Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, TOC Premier

Aims and scope: The journal is devoted to publishing original papers and reviews on plant systematics in the broadest sense, encompassing evolutionary, phylogenetic and biogeographical studies at the populational, specific and higher taxonomic levels. Taxonomic emphasis is on green plants. Fields of interest: Plant systematics and evolution, phytochemistry, ultrastructure, cytology, anatomy, palynology, plant development, genetics, reproductive biology, ecology, distribution, palaeobotany, population genetics.

Instructions for Authors

Editorial procedure: Authors are kindly asked to provide a list of reviewers including their scientific relations. Furthermore a short explanation (two sentences) of their findings should be given.

Manuscript Submission: Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions: Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission: Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Title Page: The title page should include: **(i)** The name(s) of the author(s). **(ii)** A concise and informative title. **(iii)** The affiliation(s) and address (es) of the author(s). **(iv)** The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author.

Abstract: of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references. **Keywords:** of 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting: Manuscripts should be submitted in Word. **(i)** Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text. **(ii)** Use italics for emphasis. **(iii)** Use the automatic page numbering function to number the pages. **(iv)** Do not use field functions. **(v)** Use tab stops or other commands for indents, not the space bar. **(vi)** Use the table function, not spreadsheets, to make tables. **(vii)** Use the equation editor or MathType for equations. **(viii)** Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead. Save your file in doc format. Do not submit docx files. Word template Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX. LaTeX macro package.

Headings: Use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations: Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes: Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments: Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

Scientific style: Please always use internationally accepted signs and symbols for units, SI units. Nomenclature: Insofar as possible, authors should use systematic names similar to those used by Chemical Abstract Service or IUPAC. Genus and species names should be in italics. Generic names of drugs and pesticides are preferred; if trade names are used, the generic name should be given at first mention. Details must be given about origin and determination of each organism studied. Scientific (Latin) names should conform to the international rules of nomenclature. Authors of species and infraspecific taxa investigated must be given either when first mentioned in text or included all in one of the tables. In principal, voucher specimens are to be deposited in a large public herbarium quoted using the abbreviation given in the "Index Herbariorum". Data matrices including sequence alignments must be made available to the public. There must be a sentence included in the Materials and methods section that such information is available from the corresponding author. "DNA or proteome sequences must be deposited in public data bases (GenBank, EMBL, etc.) before the revised version is sent to the editor".

Citation: Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples: **(i)** Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990). **(ii)** This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996). **(iii)** This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1993).

Reference list: The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list. Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8. Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of "et al" in long author lists will also be accepted: Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325-329

Article by DOI: Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

Book: South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter: Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document: Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation: Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California. Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations.

Tables: All tables are to be numbered using Arabic numerals. Tables should always be cited in text in consecutive numerical order. For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table. Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork: For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission: Supply all figures electronically. Indicate what graphics program was used to create the artwork. For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable. Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files. Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line art: Halftone Art: Definition: Black and white graphic with no shading. Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size. All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide. Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi. Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Combination art: Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc. Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art: Color art is free of charge for online publication. If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are

not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent. If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions. Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering: To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts). Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt). Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label. Avoid effects such as shading, outline letters, etc. Do not include titles or captions within your illustrations. **Figure Numbering:** All figures are to be numbered using Arabic numerals. Figures should always be cited in text in consecutive numerical order. Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.). If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately. **Figure Captions:** Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file. Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type. No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption. Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs. Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption. **Figure Placement and Size:** When preparing your figures, size figures to fit in the column width. For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm. For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions: If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility: In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that. (i) All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware). (ii) Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements). (iii) Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1. Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission: Supply all supplementary material in standard file formats. Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author. To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations: Always use MPEG-1 (.mpg) format. Text and Presentations Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability. A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets: Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended. If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats: Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files: It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering: If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables. Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”. Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions: For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files: Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility: In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that. The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material. Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

After acceptance: Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer’s web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color. Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Open Choice: In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer’s online platform SpringerLink. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

Copyright transfer: Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws. Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, they agree to the Springer Open Choice Licence.

Offprints: Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations: Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading: The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval

of the Editor. After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First: The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers. Articles and abstracts must be in English or in the journal's official language(s), but the journal accepts additional abstracts in other languages of the author's choice (for instance in the author's first language, if not English or the journal's official language). Such abstracts are optional. Authors would need to supply such abstracts themselves, certify that they are a faithful translation of the official abstract, and they must be supplied in Unicode (see www.unicode.org for details), especially if they are using non-roman characters. Such abstracts in other languages will carry a disclaimer: "This abstract is provided by the author(s), and is for convenience of the users only. The author certifies that the translation faithfully represents the official version in the language of the journal, which is the published Abstract of record and is the only Abstract to be used for reference and citation."

Copyright information: Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before (except in form of an abstract or as part of a published lecture, review or thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as – tacitly or explicitly – by the responsible authorities at the institution where the work was carried out. Transfer of copyright to Springer becomes effective if and when the article is accepted for publication. The copyright covers the exclusive right and license (for U.S. government employees: to the extent transferable) to reproduce, publish, distribute and archive the article in all forms and media of expression now known or developed in the future, including reprints, translations, photographic reproductions, microform, electronic form (offline, online) or any other reproductions of similar nature. All articles published in this journal are protected by copyright, which covers the exclusive rights to reproduce and distribute the article (e.g., as offprints), as well as the translation rights. No material published in this journal may be reproduced photographically or stored on microfilm, in electronic data bases, video disks, etc., without first obtaining written permission from the publisher. The use of general descriptive names, trade names, trademarks, etc., in this publication, even if not specifically identified, does not imply that these names are not protected by the relevant laws and regulations. An author may self-archive an author-created version of his/her article on his/her own website. He/she may also deposit this version on his/her institution's and funder's (funder designated) repository, including his/her final version, provided it is not made publicly available until after 12 months of official publication. He/she may not use the publisher's PDF version which is posted on www.springerlink.com for the purpose of self-archiving or deposit. Furthermore, the author may only post his/her version provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The original publication is available at www.springerlink.com". Please use the appropriate URL and/or DOI for the article. Articles disseminated via SpringerLink are indexed, abstracted and referenced by many abstracting and information services, bibliographic networks, subscription agencies, library networks, and consortia. The author warrants that this contributions is original and that he/she has full power to make this grant. The author signs for and accepts responsibility for releasing this material on behalf of any and all co-authors. After submission of this agreement signed by the corresponding author, changes of authorship or in the order of the authors listed will not be accepted by Springer. While the advice and information in this journal is believed to be true and accurate at the date of its

publication, neither the authors, the editors, nor the publisher can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made. The publisher makes no warranty, express or implied, with respect to the material contained herein. Special regulations for photocopies in the U.S.A. Photocopies may be made for personal or in-house use beyond the limitations under Section 107 or 108 of U.S. Copyright Law, provided a fee is paid. All fees should be paid to the Copyright Clearance Center, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA, Tel.: +1-978-7508400, Fax: +1-978-6468600, <http://www.copyright.com>, stating the ISSN 0304-8608, the volume, and the first and last page numbers of each article copied. The copyright owner's consent does not include copying for general distribution, promotion, new works, or resale. In these cases, specific written permission must first be obtained from the publisher. The Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI) provides a comprehensive, world-wide document delivery service for all Springer journals. For more information, or to place an order for a copyright-cleared Springer document, please contact Client Assistant, Document Delivery, CISTI, Ottawa K1A 0S2, Canada (Tel+ 1-613-9939251, Fax +1-613-9528243, e-mail: cisti.docdel@nrc.ca).

Springer-Verlag GmbH Wien is a part of Springer Science+Business Media springer.com
Ownership and Copyright © Springer-Verlag GmbH Wien

Sistema reprodutivo e polinização de *Byrsonima orbignyana* (Malpighiaceae) no Pantanal, Brasil

Morgana Sazan ^{1*}, Erich Fischer ²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 79070-900 Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 79070-900 Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Título de página: Sistema reprodutivo e polinização de *Byrsonima orbignyana*

*Autor para correspondência

Telefone: (67) 33457338

Fax: (67) 33457342

E-mail: mssazan@gmail.com

E-mail para envio das provas: mssazan@gmail.com

Abstract

The reproduction system used by members of a given species is an important factor in determining their reproductive success. In species of *Byrsonima* reproduction systems have been described as either self-compatible or self-incompatible. We studied the breeding system of *Byrsonima orbignyana*, the fruit set through cross-pollination over short and long distances, floral morphology and biology and the interactions with oil-collecting bee species. Through controlled pollinations we found self-incompatibility due to the abortion of most self-pollinated flowers. The reproductive success with high rates of fruit set in cross-pollination with pollen donor plants over long distances did not differ from pollination in natural conditions, showing that the plants in the study area received adequate pollination levels to reach its maximum reproductive capacity. The morphological traits of *B. orbignyana* showed a strong relationship with bees of the tribe Centridini, that we considered the effective pollinators as they increase the chances of cross-pollination, mainly *Epicharis nigrita*, which was the most abundant pollinator.

Keywords: self-incompatibility, cross-pollination in long-distance, floral oils, Centridini, *Epicharis nigrita*

Resumo

O sistema de reprodução utilizado por membros de uma dada espécie é um fator importante na determinação do seu sucesso reprodutivo. Em espécies de *Byrsonima* os sistemas de reprodução têm sido descritos como autocompatível ou auto-incompatível. Estudamos o sistema reprodutivo de *Byrsonima orbignyana*, a produção de frutos por meio de polinizações cruzadas a longas e curtas distâncias, a morfologia e a biologia floral e as interações com espécies de abelhas coletoras de óleo. Por meio de polinizações controladas constatamos auto-incompatibilidade gerada pelo aborto da maioria das flores autopolinizadas. O sucesso reprodutivo com altas taxas de frutificação em polinizações cruzadas com plantas doadoras de pólen a longas distâncias não diferiu da polinização em condições naturais, demonstrando que as plantas da área estudada receberam níveis de polinização adequados para atingir sua capacidade máxima reprodutiva. As características morfológicas em *B. orbignyana* evidenciaram forte relação com abelhas da tribo Centridini, que consideramos os polinizadores efetivos por aumentarem as chances de polinização cruzada, principalmente *Epicharis nigrata*, que foi o polinizador mais abundante.

Palavras chaves: auto-incompatibilidade, óleos florais, polinização cruzada à longa distância, Centridini, *Epicharis nigrata*

O agrupamento de gametas masculinos e femininos em estruturas reprodutivas especializadas e variações em sistemas reprodutivos que promovam polinização cruzada evitam a possibilidade de autopolinização e efeitos negativos da endogamia (Lloyd e Webb 1986; Barrett e Harder 1996; De Nettancourt 1997; Li et al. 2009; Larrinaga et al. 2009). Acrescentado a estas variações a auto-incompatibilidade, que favorece a alogamia promovendo a manutenção da variabilidade genética, representam características essenciais das plantas hermafroditas que contribuíram para a extraordinária riqueza de espécies (Brewbaker 1957; Heslop-Harrison 1983; Wittmann e Dall’Agnol 2002; Barrett 2003; Barbosa et al. 2009). A notável variedade das formas florais, a cor, o odor, os recursos ofertados (pólen, óleo e néctar) em Angiospermas geralmente são atribuídos a forças seletivas dos polinizadores sobre as plantas e podem afetar a eficiência da remoção e deposição de pólen durante a visitação de polinizadores (Campbell 1989; Alves dos Santos e Wittmann 2000; Yang et al. 2002; Li et al. 2009).

As plantas auto-incompatíveis necessitam de vetores para obterem sucesso reprodutivo e as abelhas são reconhecidas como os principais fornecedores dos serviços de polinização (Michener 2007), uma vez que visitam as flores a procura de substâncias utilizadas na construção do ninho, alimentação das larvas, na sua reprodução, para subsistência, como local de acasalamento ou abrigo (Neff e Simpson 1981; Roubik 1989; Russell et al. 2005). Algumas abelhas evoluíram comportamento e morfologia adaptados à coleta de recursos florais de difícil acesso, assim como à exploração de recursos florais específicos (Schlindwein e Martins 2000). Um exemplo destas interações é a relação entre abelhas especializadas e plantas com glândulas florais que oferecem óleos (Vogel 1990; Vinson et al. 1997), como abelhas da tribo Centridini e plantas da família Malpighiaceae (Neff e Simpson 1981; Buchmann 1987; Alves dos Santos 2007).

Normalmente em populações de plantas, quando existe uma alta ocorrência de indivíduos aparentados em populações naturais pequenas a variabilidade genética tende ser relativamente baixa (Borba et al. 2001a, b; Larrinaga et al. 2009). O fluxo gênico e o sucesso reprodutivo podem ser aumentados por meio de cruzamentos entre indivíduos mais distantes (Henry et al. 2003). Sendo esta variabilidade possivelmente uma característica da dispersão polínica de longa distância (Aylor et al. 2003) associada à auto-incompatibilidade e ao comportamento dos polinizadores que proporcionam a polinização cruzada (Larrinaga et al. 2009). Estudos de investigação sobre a dispersão do pólen e polinização cruzada com distanciamentos entre as plantas receptoras e doadoras de pólen foram realizados principalmente com plantas de interesse comercial objetivando melhorar a pureza de sementes (Raynor 1972; Bannert e Stamp 2007). Mas devido a interferências das temperaturas e do vento os resultados demonstraram que pouco pólen viável conseguiu se espalhar por longas distâncias e indicaram que quanto maior o distanciamento menor a frutificação efetiva (Luna et al. 2001, Byrne e Fromherz 2003, Bannert e Stamp 2007). Por outro lado Ellstrand e Marshall (1985) relataram que até 18% dos frutos formados em populações isoladas de *Raphanus sativus* foram provenientes de pólen de outras populações de 100-1000m de distância. Godt e Hamrick (1993) concluíram que cerca de 46% da frutificação de *Lathyrus latifolius* polinizadas por mamangavas resultou de movimento polínico de outras populações com até 70 m de distância. Nason et al. (1998) utilizaram testes gênicos para atribuição de parentescos entre as vespas de figo e inferir que rotineiramente podem voar até 14 km entre as árvores, no Panamá.

Para espécies de *Byrsonima* há estudos que reportam ocorrência de autocompatibilidade em nove espécies (Barros 1992; Benezar & Pessoni 2006; Ribeiro et al. 2006) e de auto-incompatibilidade em quatro espécies – *B. crassifolia*, *B. sericea*, *B. microphylla* e *B. gardneriana* (Rêgo & Albuquerque 1989, 2006; Teixeira & Machado 2000;

Pereira e Freitas 2002; Costa et al.2006; Bezerra et al. 2009; Dunley et al. 2009). Estudamos o sistema reprodutivo de *Byrsonima orbignyana* A. Juss., a frutificação efetiva com polinizações cruzadas a longas distâncias, descrevemos sua morfologia e biologia floral e as interações com espécies de abelhas coletoras de óleo.

Material e métodos

Local de estudo

O Pantanal é uma das maiores planícies inundáveis do mundo, caracterizado por regime de cheias e vazantes sazonais (Pott e Pott 2004) e delimitado em sub-regiões fisiográficas classificadas de acordo com o relevo, o tipo de solo, fitogeografia e hidrologia (Silva e Abdon 1998). O clima é tropical sub-úmido (Aw de Köppen 1948) com duas estações bem marcadas, uma chuvosa de outubro a março e uma seca de abril a setembro, com pluviosidade média anual de 1400 mm e temperaturas médias anual de 21 °C (inverno) a 32 °C (verão) (Pott e Pott 2004). A flora apresenta espécies características de domínios fitogeográficos diversos, como Cerrado, Amazônia, Chaco e Mata Atlântica, além de um grande número de espécies de ampla distribuição (Pott e Pott 2004). A sub-região de Miranda é constituída por solos arenosos e a formação vegetal mais representativa é de Cerrado.

Muitas espécies vegetais no Pantanal possuem distribuição agrupada, formando extensas áreas com dominância de uma espécie (formações mono-específicas). Estes locais recebem denominação regional segundo o nome vernacular da espécie (Silva e Abdon 1998). “Canjiqueiral” tem fitofisionomia homogênea constituída por um estrato arbustivo dominado quase exclusivamente pela canjiqueira (*B. orbignyana*), estrato arbóreo inexistente e estrato herbáceo composto por gramíneas, ciperáceas e outras ervas. A espécie *B. orbignyana* se distribui pela Amazônia, Bolívia e Brasil central, medem cerca de 1 a 5 m de altura (Pott e Pott 1994). A floração inicia em meados de setembro e perdura até fim de dezembro, com o pico de produção de flores em novembro e a frutificação iniciando em dezembro, se

estendendo até o final de abril, com os frutos totalmente desenvolvidos em quatro meses (Pott e Pott 1994).

Realizamos o estudo entre setembro de 2008 e abril de 2009 em três agrupamentos de indivíduos de *B. orbignyana*, denominados canjiqueiral (i), canjiqueiral (ii) e canjiqueiral (iii) (áreas: 2000, 680 e 900m² respectivamente), na região de Passo do Lontra (19° 34' S e 57° 02' W), Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul. A distância em linha reta entre os canjiqueirais (i) e (ii) é de 1,9 km, entre (i) e (iii) de 7,8 km, e entre (ii) e (iii) de 5,9 km. Nestes canjiqueirais em uma área de 10m² podem ocorrer aproximadamente 8 indivíduos. No canjiqueiral (i) indivíduos de *B. orbignyana* ocorrem esparsos entre árvores de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. ex Hook.f. ex S. Moore (Bignoniaceae). Nos canjiqueirais (ii) e (iii) *B. orbignyana* ocorre juntamente a *Couepia uiti* (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook.f. (Chrysobalanaceae). Durante o estudo nos três canjiqueirais, apenas *C. uiti* apresentou floração simultânea a *B. orbignyana*. Coletamos material botânico para identificação, herborizamos e depositamos como testemunho no Herbário CGMS na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Biologia e morfologia floral

Tomamos os dados da biologia e morfologia floral no início da floração, em setembro de 2008. Marcamos no campo para acompanhamento da antese botões em pré-antese (n = 30) de seis indivíduos. Registramos a sequência da antese, início de abertura das pétalas, deiscência das anteras, coloração, duração das flores, número de botões e flores abertas no dia por inflorescência (n = 30 indivíduos).

Observamos a receptividade do estigma através de reação do peróxido de hidrogênio sobre a superfície estigmática (n = 30) com o auxílio de lupa manual e consideramos receptivo o estigma que apresentou reação de efervescência (Teixeira e Machado, 2000).

Estimamos a proporção de grãos de pólen viáveis usando técnica de coloração do citoplasma por carmim acético e consideramos grãos de pólen viáveis somente os que coraram (Munin et al. 2008). Coletamos em quinze indivíduos grãos de pólen de flores em pré-antese (n = 15), em antese (n = 15) e pós-antese (n = 15) e preparamos lâminas no campo. Sob microscópio, a viabilidade (%) foi aferida com base na inspeção de 150 grãos de pólen por lâmina (n = 45 lâminas). Para morfometria e morfologia utilizamos flores fixadas em álcool 70% e descrevemos o tipo floral, o androceu e gineceu. Medimos o comprimento dos elaióforos (n = 30), o diâmetro e comprimento da corola e do cálice (n = 30). Os valores médios apresentados são seguidos de \pm desvio padrão.

Sistema reprodutivo

Estudamos o sistema reprodutivo de *B. orbignyana* nos três canjiqueirais por meio de polinizações controladas com inflorescências e botões marcados e ensacados com tecido de fios de algodão e fibras de celulose (TNT) no dia anterior, para serem manipuladas na antese. Os tratamentos estabelecidos foram: (1) autopolinização manual utilizando pólen da mesma flor; (2) geitonogamia, por meio de polinização manual utilizando pólen de flores diferentes do mesmo indivíduo; (3) apomixia, que compreendeu a retirada das anteras durante a fase de botão; (4) autopolinização espontânea, marcação de flores sem manipulação, exceto para mantê-las isoladas de visitantes; (5) polinização natural, flores marcadas e não manipuladas, disponíveis para os visitantes naturais; e (6) polinização cruzada manual, quando flores receberam pólen de flores de outro indivíduo. Após manipularmos as flores dos tratamentos mantivemos ensacadas, inspecionamos e contamos os frutos formados. Nos tratamentos em condições naturais marcamos e deixamos as flores expostas aos polinizadores naturais, posteriormente contamos os frutos formados.

Nos tratamentos de polinização cruzada, determinamos uma metodologia modificada de Bunnert e Stamp (2007) com pólen proveniente de plantas a diferentes distâncias da planta receptora: pólen do vizinho mais próximo, pólen do vizinho mais distante e pólen de vizinho à distância intermediária. Foi estabelecido previamente medidas entre 5 a 20 m para o vizinho mais próximo, 100 m para o intermediário e mais de 1000 m para o vizinho mais distante. Todos os tratamentos foram aplicados em 30 indivíduos distribuídos nos três canjiqueirais. Calculamos o índice de auto-incompatibilidade ($ISI = \% \text{ frutos formados por flores autopolinizadas manualmente} / \% \text{ frutos formados por flores submetidas à polinização cruzada}$) e a eficácia reprodutiva ($ER = \% \text{ frutos formados em condições naturais} / \% \text{ frutos formados por polinização cruzada}$) (Oliveira e Gibbs 2000). Com os resultados obtidos nos experimentos de tratamentos controlados testamos se as proporções encontradas diferiram estatisticamente utilizando o teste de qui-quadrado (χ^2).

Visitantes florais

Registramos o comportamento de forrageamento, a frequência dos visitantes florais e o resultado destas visitas (polinização - quando contatavam as estruturas reprodutivas ao coletar recursos ou pilhagem – quando não contatavam). Realizamos estas observações em dias alternados, totalizando 360 h de observações nos três agrupamentos de *B. orbignyana*. Classificamos as abelhas visitantes quanto ao tamanho em médias-grandes (comprimento ≥ 12 mm) ou pequenas (comprimento < 12 mm) (Bezerra et al. 2009). Para identificação das espécies visitantes coletamos os indivíduos com auxílio de rede entomológica, montamos e enviamos para especialistas. Posteriormente depositamos o material na coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

No canjiqueiral (i) selecionamos cinco indivíduos e delimitamos 1m² na copa para registro de visitas. Contamos o número de visitas, a duração média de visitas, a frequência dos

visitantes para principais espécies de polinizadores e o número de inflorescências e flores abertas. Os dados sobre os visitantes foram tomados em períodos de 20 min separados por intervalos de 40 min, entre 0530 e 1830 h, ao longo de cinco dias. Determinamos a frequência de ocorrência (FO) das abelhas utilizando a fórmula: $FO = (\text{número de ocorrências de uma espécie} / \text{número total de ocorrências}) \times 100$, sendo o resultado maior ou igual a 50%, classificamos como muito frequente (MF); entre 25 e 50%, frequente (F) e abaixo de 25%, pouco frequente (PF) (Buschini 2006). Todas as médias apresentadas nos resultados são seguidas de \pm desvio padrão.

Resultados

Biologia floral

Os botões em pré-antese se dispuseram nas inflorescências voltados para a base, as flores abertas esticadas em direção ao ápice, a abertura foi assincrônica em distintos pontos na circunferência da inflorescência. A antese iniciou a partir das 0500h, com a distensão das pétalas e a separação dos estames, que já se encontrava deiscientes e uma ou duas pétalas dobradas sobre as estruturas reprodutivas, sendo a pétala estandarte a última a se abrir. Alguns grãos de pólen se acumulavam na base dos estiletos. Em seguida, os três estigmas, já receptivos distenderam e separaram até que formaram um ângulo agudo com as pétalas. A receptividade estigmática durou apenas um dia.

Todos os elaióforos estiveram funcionais desde a pré-antese e persistiram durante todo o período em que a flor esteve aberta e atrativa aos visitantes (aproximadamente dois dias). Após o período de atratividade, as anteras escureceram e as pétalas passaram a ficar com coloração avermelhada, havendo ressecamento até senescência total. Os elaióforos, estigmas e sépalas foram persistentes durante todo o desenvolvimento dos frutos. Após a senescência das

pétalas, as sépalas de flores fertilizadas recobriram as estruturas reprodutivas de modo a proteger o fruto em formação.

Morfologia floral

As flores de *B. orbigyniana* estão reunidas em inflorescências do tipo racemo terminal, medindo cerca de $5,65 \pm 9,25$ mm de comprimento ($n = 30$), emitem cerca de $15,7 \pm 4,88$ botões por racemo e em média cerca de $5,23 \pm 2,54$ flores por dia ($n = 30$ indivíduos). São hermafroditas, zigomorfas, pentâmeras e diplostêmones, com pétalas amarelas, unguiculadas, livres entre si. A mais superior, estandarte ou guia, distingui-se das demais por ser menor ($0,72 \pm 0,07$ mm de comprimento; $n = 30$), mais espessa e por distender-se totalmente em relação às outras que são côncavas ($0,87$ mm \pm $0,08$ de comprimento; $n = 30$). A corola aberta apresentou $17,12 \pm 1,23$ mm de diâmetro e $6,93 \pm 1,25$ mm de comprimento ($n = 30$).

O cálice apresentou $4,74 \pm 0,32$ mm de diâmetro e $3,78 \pm 0,32$ mm de comprimento ($n = 30$), coloração verde nos botões jovens e amarelos nos botões em pré-antese. Em todas as flores inspecionadas ($n = 30$) ocorreram dez glândulas epiteliais elípticas produtoras de óleo (elaióforos), cujo comprimento foi de $0,22 \pm 0,02$ mm. O androceu ($0,48$ mm \pm $0,03$; $n = 30$) apresentou coloração amarela, e foi constituído por dez estames com anteras de deiscência longitudinal, filamentos densamente pilosos concrecidos na base. O pólen branco e pulverulento apresentou viabilidade média de 85,2 % para flores em pré-antese ($n = 15$), 87,6 % para flores em antese ($n = 15$) e 66,83 % para flores em pós-antese ($n = 15$). O gineceu ($0,50$ mm \pm $0,04$; $n = 30$) apresentou ovário súpero, tricarpelar, trilocular, com um óvulo por lóculo, três estiletos longos glabros, agudos no ápice, livres entre si e ligeiramente mais altos que as anteras.

Sistema reprodutivo

Em todos os tratamentos de polinização controlada houve formação de frutos, porém flores que receberam polinização cruzada apresentaram maior sucesso; assim como a frutificação em condições naturais (Tabela 1). A formação de frutos por apomixia ocorreu apenas em três flores de dois indivíduos. O índice de auto-incompatibilidade (ISI) foi de 0,17 e a eficácia reprodutiva (ER) foi de 1,65.

O sucesso da formação de frutos em condições naturais não diferiu do sucesso obtido no tratamento de polinização cruzada à longa distância ($\chi^2 = 1,14$; $p = 0,33$), porém foi significativamente maior que nos demais tratamentos (Figura 1). Os tratamentos de polinização cruzada com pólen de plantas de diferentes distâncias mostraram diferenças significativas entre os tratamentos de longa distância e de distância intermediária ($\chi^2 = 10,29$; $p = 0,02$). Entretanto, o tratamento de longa distância não diferiu significativamente do tratamento de distância próxima ($\chi^2 = 2,87$; $p = 0,12$), assim como ocorreu entre os tratamentos de distância intermediária e distância próxima ($\chi^2 = 2,24$; $p = 0,18$).

[Inserir Tabela 1 e Figura 1 aproximadamente aqui]

Visitantes

Dezesseis espécies de abelhas visitaram *B. orbignyana*, principalmente da tribo Centridini (Apidae). *Centris* foi o gênero com maior riqueza de espécies e *Epicharis* o mais abundante. Entre as espécies com potencial para a polinização *Epicharis nigrita* predominou (Tabela 2) e esteve presente em todos os horários estudados dentro das parcelas de 1m² (n = 5) (Figura 2), onde registramos em média $15,6 \pm 2,30$ inflorescências e $135,0 \pm 1,58$ flores.

Todas as Centridini apresentaram comportamento semelhante quando coletavam pólen ou óleo em *B. orbignyana*. Aproximavam-se rapidamente das inflorescências, pousavam e

com as pernas se apoiavam nas flores vizinhas ou nas pétalas inferiores na própria flor visitada e se prendiam à pétala superior (estandarte) com as mandíbulas. As abelhas de maior porte (Tabela 2) sempre contatavam as estruturas reprodutivas das flores, independente do recurso a ser coletado (óleo e pólen), e permaneciam em cerca de 4 a 6 s por visita para coleta de pólen e 7 s para a coleta de óleo.

O óleo foi coletado em movimentos rápidos e alternado de raspagem da região inferior (pedicelo) da glândula para a região superior (base da sépala) com auxílio das pernas anteriores e médias. Existe nas pernas anteriores e médias a presença de pêlos modificados como cerdas simples ou ramificadas formando pentes nos basitarsos que ajudam no rompimento da cutícula. O óleo que extravasava foi coletado também com as pernas anteriores e transferido para a escopa. As abelhas transferiam o óleo do par de pernas anteriores e médias, elevavam as pernas traseiras e rapidamente passavam as pernas médias sobre a escopa deixando o óleo depositado. A transferência foi realizada após visitarem várias flores, em vôo estacionário ou quando as fêmeas se prendiam com as mandíbulas em folhas e ou ramos da própria planta. Estas abelhas também visitaram botões em pré-antese para coleta de óleo, ocasião em que pousavam na inflorescência e se apoiavam nas flores abertas.

Para a coleta de pólen, as abelhas pousavam na flor, se prendiam à pétala estandarte com as mandíbulas, levantavam as pernas posteriores e vibravam a musculatura das asas. Este comportamento fazia com que o pólen fosse liberado das anteras e aderido ao corpo da abelha. Depois da visita elas limpavam o corpo em vôo estacionário e com os dois pares de pernas anteriores transferiam o pólen para as escopas no último par de pernas, onde armazenavam massa polínica compacta. Parte do pólen, entretanto, permanecia aderida à região ventral do metassoma e mesossoma. Machos de *E. xanthogastra* também foram observados voando ativamente sobre os arbustos de *B. orbignyana* e estabelecendo territórios para atração de fêmeas, quando deslocavam gradativamente outras espécies de abelhas.

Xanthopedia larocai pousava diretamente sobre uma pétala ou sépala, caminhava até o elaióforo e se prendia ao pedicelo com as mandíbulas para raspar as glândulas com o primeiro par de pernas, coletando o óleo e transferindo para as escopas das pernas posteriores sem deixar a flor. Após coletar óleo em diversos elaióforos, caminhavam para outra flor da mesma inflorescência ou voavam para outra inflorescência. Comumente não ficavam sobre a corola, mas por fora da circunferência floral, e tocavam as estruturas reprodutivas eventualmente quando coletavam pólen. O pólen foi retirado diretamente das anteras por meio de catação dos grãos utilizando os pares de pernas anteriores e médios. Depois se limpavam esfregando as pernas anteriores nas medianas, e das medianas passavam para as pernas posteriores.

Das 16 espécies registradas, 40% forragearam somente sobre pólen em *B. orbignyana*. Essas abelhas corresponderam a espécies de menor porte (Tabela 2), que eventualmente tocavam as estruturas reprodutivas. *Alepidoscelis imitatrix*, *A. hamata* e *Exomalopsis analis* pousavam nas flores e coletavam o pólen ativamente por meio de catação dos grãos, utilizando os pares de pernas anteriores e médios. *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* coletavam pólen ativamente, pousando nas pétalas, alcançando as anteras, onde movimentavam a cabeça para cima e para baixo e empurravam o pólen para fora das anteras com auxílio das mandíbulas. Coletavam por catação com as pernas anteriores e médias e armazenavam nas corbículas. Espécies de *Augochlora* também visitaram *B. orbignyana* pousando nas flores e caminhando sobre as pétalas. Para a coleta do pólen pressionavam as anteras para empurrar o pólen para fora da abertura. Posteriormente, coletavam os grãos de pólen com os pares de pernas anteriores e armazenavam pólen na escopa reduzida, no trocanter e no fêmur das pernas medianas e posteriores.

[Inserir Tabela 2 e Figura 2 aproximadamente aqui]

Discussão

O florescimento concentrado e antese diurna parecem ser características comuns a diversas espécies do gênero *Byrsonima* (Barros 1992; Albuquerque e Rêgo 1989; Pereira e Freitas 2002; Teixeira e Machado 2000; Benezar e Pessoni 2006; Costa et al. 2006, Rêgo e Albuquerque 2006; Bezerra et al. 2009). Assim como a gradual e assincrônica disponibilidade de flores maduras (Benezar e Pessoni 2006; Costa et al. 2006, Bezerra et al. 2009), que orientadas de forma diferente no arranjo da inflorescência facilitam o acesso às flores pelos visitantes (Smith et al. 2006) e pode reduzir a geitonogamia. A duração das flores e fim da antese pode ser sinalizada aos visitantes através de alterações na cor da corola à medida que a flor envelhece (Anderson 1979). Flores em senescência geralmente são menos visitadas, mas sua permanência contribui na atratividade da inflorescência e da planta como um todo (Vogel 1990). Para *B. orbignyana* as flores em senescência podem ainda apresentar óleo ou pólen remanescente, são visitadas e podem ainda fertilizar (função masculina) outras flores jovens, devido à viabilidade polínica registrada aqui em flores senescentes (66%).

O conjunto de características morfológicas de *B. orbignyana* com flores amarelas, peças reprodutivas expostas, arquitetura floral ideal para o pouso, antese diurna, grande oferta de recursos (óleo e pólen), a enquadram na síndrome de melitofilia (Faegri & van de Pijl 1979). A morfologia floral pode definir a influência no sucesso da polinização e formação de frutos (Li et al. 2009). Assim a disposição das pétalas na flor com unhas que proporcionam espaço entre elas, a espessura da pétala estandarte que oferece suporte e segurança para a abelha se agarrar com as mandíbulas, encaixar as pernas para acessar os elaióforos e coletar óleo (Anderson 1979; Vogel 1990; Cocucci e Vogel 2001; Ramalho e Silva 2002; Costa et al. 2006) são características que induzem preferencialmente a presença de abelhas especializadas na coleta de óleo.

A transferência de pólen entre indivíduos distintos geneticamente é importante para gerar variabilidade e aumentar a produção de frutos e sementes em *B. orbignyana*. Uma vez que os indivíduos de *B. orbignyana* ocorrem densamente agrupados constituindo monoformação típica do Pantanal (Pott e Pott 2004), os indivíduos mais próximos podem ser geneticamente mais aparentados (Borba et al. 2001a, b). A alta porcentagem de viabilidade polínica (87%), o sucesso reprodutivo obtido nos tratamentos cruzados com pólen doado de plantas a longas distâncias (26 %) que não diferiu da polinização em condições naturais, demonstraram que as plantas dos canjiqueirais estudados receberam níveis de polinização adequados para atingir sua capacidade máxima reprodutiva. O índice de auto-incompatibilidade e a eficácia reprodutiva indicam que *B. orbignyana* é uma espécie auto-incompatível, manifestada pelo aborto e ressecamento da maioria das flores autofecundadas. A auto-incompatibilidade constatada neste estudo reforça a dependência por polinizadores efetivos que podem aumentar as chances de polinização cruzada (Russell et al. 2005).

A baixa formação de frutos por autopolinização espontânea (6%) e por autopolinização manual (3,2%) em *B. orbignyana* também foi apontada para outras sete espécies de *Byrsonima*, cujos percentuais variaram 5,2 a 16,3% (Barros 1992). Por outro lado, diferente do que encontramos para *B. orbignyana*, Benezar e Pessoni (2006) reportaram alto sucesso (44%) de formação de frutos por polinização espontânea em *B. coccolobifolia*; e Ribeiro et al. (2006) constataram autocompatibilidade em *B. chrysophylla*. A frutificação após autopolinização não é incomum mesmo em espécies auto-incompatíveis e pode ser importante para garantir a reprodução na escassez de polinizadores adequados (Munin 2008). A formação de frutos por apomixia em *B. orbignyana* é incomum, assim como para outras espécies de Malpighiácea; Sigrist e Sazima (2004) reportaram ocorrência de apomixia em *Banisteriopsis pubipetala* dentre 11 espécies da família. Apomixia parece também ser um

sistema de reprodução raro em plantas de cerrado, onde foi registrada somente para *Miconia albicans* e *Eriotheca pubescens* dentre 49 espécies (Oliveira e Gibbs 2000).

Como esperado com base em estudos sobre outras espécies de *Byrsonima* (Gottesberger 1986; Barros 1992; Teixeira e Machado 2000; Neves e Viana 2001; Pereira e Freitas 2002; Benezar e Pessoni 2006; Gaglianone 2005; Costa et al. 2006, Rêgo e Albuquerque 2006; Bezerra et al. 2009; Dunley 2009), *B. orbignyana* possui forte associação com abelhas da tribo Centridini no Pantanal. A polinização efetiva por estas abelhas é conferida pelas adaptações morfológicas das flores e das abelhas, provavelmente como resultado da história evolutiva de ambos os grupos (Neff e Simpson 1981, Alves dos Santos et al. 2007). A frequência, constância, comportamento de visitação às flores, tanto para coleta de óleo quanto de pólen, o fato de sempre tocarem as estruturas reprodutivas durante as visitas, são fatores que determinam a importância destes polinizadores. Como são abelhas de médio a grande porte possuem maior capacidade de voo e, portanto, de visitarem indivíduos mais distantes, perfazendo rotas de forrageamento a longas distâncias (Janzen 1971; Ohashi e Thonsom 2005, 2009). Assim, é provável que estas abelhas sejam responsáveis pelo sucesso da reprodução de *B. orbignyana* e manutenção da variabilidade genética, considerando que esta espécie possui prioritariamente sistema reprodutivo auto-incompatível. Das visitas das demais espécies de abelhas observadas (pequeno porte) mesmo quando tocam os estigmas resultando em polinização ocasional, podem aumentar as chances de autopolinização. Por serem menores não conseguem se deslocar a longas distâncias e podem restringir suas visitas a poucos indivíduos em uma pequena área (Henrich e Raven 1972). O comportamento territorial dos machos de *E. xanthogastra* observado sobre os arbustos de *B. orbignyana* pode favorecer a polinização cruzada, territorialidade que parece beneficiar o forrageamento de polinizadores eficientes e promove o movimento das abelhas entre plantas (Fischer e Gordo 1993; Vinson et al. 1996).

No Pantanal indivíduos de *B. orbignyana* provavelmente são as únicas fontes de óleo para a abelha *E. nigrita*, principal polinizador no local de estudo, assim como registrado em *B. intermedia* e *B. sericea* (Gaglianone 2005; Dunley et al. 2009). *Epicharis nigrita* é espécie solitária, não apresenta encontro entre gerações nem cuidado parental (Michener 2007), nidifica em agregações em solo arenoso, possui uma geração por ano e os adultos estão ativos entre outubro e dezembro (Gaglianone 2005). A frequência e abundância de *E. nigrita* em visita a *B. orbignyana* pode estar diretamente relacionada à sincronia de emergência dos indivíduos com o período de floração. Abelhas adultas necessitam de carboidratos (Danforth 2009), porém *B. orbignyana* não oferta néctar. Em flores de *Couepia uiti*, que fornecem néctar abundantemente, observamos as mesmas espécies de Centridini registradas em *B. orbignyana*, além dos machos de *C. spilopoda*, *E. xanthogastra*, *E. zonata* e parasitas associados aos ninhos de Centridini, como *Mesoplia rufipes* e *Rhathymus bicolor*. Abelhas Centridini também são os principais polinizadores de *C. uiti* (S. Boff, comunicação pessoal). A sincronopatria de *B. orbignyana* e *C. uiti* nos canjiqueirais estudados, portanto, parece ser associação positiva do ponto de vista da polinização de *B. orbignyana* e das abelhas Centridini.

Agradecemos ao A. Pott pela identificação do material botânico; a G. A. R. Melo, A. J. C. Aguiar e F. Vivallo pela identificação das abelhas; A. F. Eriksson pela ajuda no campo e análises; S. Boff pela ajuda no campo e pelos comentários ao manuscrito; A. C. Araújo e P. A. A. Cara pelas sugestões ao projeto; ao CNPq pela bolsa de mestrado a M. Sazan.

Referências

Albuquerque PMC, Rêgo MM (1989) Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). Bol Mus Paraense Emílio Goeldi, Zool 5: 163-178

- Alves dos Santos I, Machado IC, Gaglianone MC (2007) História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecol Bras* 11: 242-255
- Alves-dos-Santos I, Wittmann D (2000) Legitimate pollination of the tristylous flowers of *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) by *Ancyloscelis gigas* bees (Anthophoridae, Apoidea). *Plant Syst Evol* 223:127-137
- Anderson WR (1979) Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. *Biotropica* 11: 219-223
- Aylor DE (2003) Rate of dehydration of corn (*Zea mays* L.) pollen in the air. *J Exp Bot* 54: 2307–2312
- Bannert M, Stamp P (2007) Cross-pollination of maize at long distance. *Eur J Agron* 27: 44-51
- Barbosa AR, Marcos CM, Borba EL (2009) Self-incompatibility and myophily in *Octomeria* (Orchidaceae, Pleurothallidinae) species. *Plant Syst Evol* 283: 1–8
- Barrett SCH, Harder LD (1996) Ecology and evolution of plant mating. *Trends Ecol Evol* 11: 73–79
- Barrett SCH (2003) Mating strategies in flowering plants: the outcrossing-selfing paradigm and beyond. *Phil Trans R Soc Lond B* 358: 991–1004
- Barros MAG (1992) Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). *Rev bras Biol* 52: 343-353
- Benezar RMC, Pessoni LA (2006) Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amazon* 36: 159 – 168
- Bezerra ES, Lopes AV, Machado IC (2009) Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardneriana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no Nordeste do Brasil. *Rev bras Bot* 32: 95-108

- Borba EL, Felix JM, Solferini VN, Semir J (2001a) Fly-pollinated *Pleurothallis* (Orchidaceae) species have high genetic variability: evidence from isozyme markers. *Amer J Bot* 88:419–428
- Borba EL, Semir J, Shepherd GJ (2001b) Self-incompatibility, inbreeding depression and crossing potential in five Brazilian *Pleurothallis* (Orchidaceae) Species. *Ann Bot* 88:89–99
- Brewbaker, JL (1957) Pollen cytology and self-incompatibility systems in plants. *J Hered* 48: 271-277
- Buchmann, SL (1987) The ecology of oil flowers and their bees. *Ann Rev Ecol Syst* 18: 343-369
- Buschini MLT (2006) Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie* 37: 58-66
- Byrne PF, Fromherz S (2003) Can GM and non-GM crops coexist? Setting a precedent in Boulder County, Colorado, USA, *Food Agric Environ* 1: 258–261
- Campbell DR (1989) Measurement of selection in a hermaphroditic plant: variation in male and female reproductive success. *Evolution* 43: 318–334
- Cocucci A, Vogel S (2001) Oil-producing flowers of species *Sisyrinchium* (Iridaceae) and their pollinators in southern South America. *Flora* 196: 26–46
- Costa CBN, Costa JAS, Ramalho M (2006) Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Rev bras Bot* 29: 103-114
- Danforth B (2009) Bees. *Curr Biol* 17: 156-161
- De Nettancourt D (1997) Incompatibility in angiosperms. *Sex Plant Reprod* 10: 185-199
- Dunley BS, Freitas L, Galetto L (2009) The reproduction of *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) in fragmented habitats of the Restinga of Southeastern Brazil. *Biotropica* 41: 692-699

- Ellstrand NC, Marshall DL (1985) Interpopulation gene flow by pollen in wild radish, *Raphanus sativus*. *Am Nat* 126: 606– 616
- Faegri K., Van Der Pijl L (1979). The principles of pollination ecology. Sinauer Associates, London
- Fischer E, Gordo M (1993) *Qualea cordata*, pollination by the territorial bee *Centris tarsata* in the Campos Rupestres, Brazil. *Cienc e Cult* 45: 144-147
- Gaglianone MC (2005) Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analyses for the genus. *Stud Neotrop Fauna & Environ* 40:191-200
- Gottsberger G (1986) Some pollination strategies in neotropical savannas and forest. *Plant Syst Evol* 152: 29-45
- Godt MW, Hamrick JL (1993) Patterns and levels of pollen-mediated gene flow in *Lathyrus latifolius*. *Evolution* 47:98–110
- Heinrich B, Raven PH (1972) Energetics and pollination ecology: The energetics of pollinators may have wide implications in floral biology and community ecology. *Science* 176: 597-602
- Henry C, Morgan D, Weeks R, Daniels RE, Boffey C (2003) Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity. Forage maize. DEFRA report. Centre for Ecology and Hydrology Dorchester
- Heslop-Harrison J (1983) Self-incompatibility: phenomenology and physiology. *Proc. R. Soc. B* 218: 371-395
- Janzen DH (1971) Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Sci* 171: 203-205
- Köppen W (1948) *Climatologia*. Fondo de Cultura Economica. Buenos Aires

- Larrinaga AR, Guitián P, Garrido JL, Guitián J (2009) Floral morphology and reproductive success in herkogamous *Narcissus cyclamineus* (Amaryllidaceae). *Plant Syst Evol* 278:149-157
- Li Y, Quan Q, Sun G (2009) Effect of floral morphology on fruit set in *Epimedium sagittatum* (Berberidaceae). *Plant Syst Evol* 279:51–58.
- Lloyd DG, Webb CJ (1986) The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms. I. Dichogamy. *N Z J Bot* 24:135-162
- Luna S, Figueroa VJ, Baltazar MB, Gomez MR, Townsend LR, Schoper JB (2001) Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control, *Crop Sci* 41:1551–1557
- Michener CD (2007). *The bees of the world*. John Hopkins University Press, Baltimore
- Munin RL, Teixeira RC, Sigrist MR (2008) Esfingofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em cerrado no Centro-Oeste brasileiro. *Rev bras Bot* 31: 15-25
- Neff JL, Simpson BB (1981) Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. *J Kansas Entomol Soc* 54: 95-123
- Nason JD, Herre EA, Hamrick JL (1998) The breeding structure of a tropical keystone plant resource. *Nature* 391: 685–687
- Neves E, Le Viana BF (2001) Ocorrência de *Epicharis bicolor* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nas Caatingas da margem esquerda do médio Rio São Francisco, Bahia. *Neotrop Entomol* 30: 735-736
- Ohashi K, Thomson JD (2005) Efficient harvesting of renewing resources. *Behav Ecol* 16: 592–605
- Ohashi K, Thomson JD (2009) Trapline foraging by pollinators: its ontogeny, economics and possible consequences for plants. *Ann Bot* 103: 1365-1378

- Oliveira PE, Gibbs PE (2000) Reproductive biology of wood plants in cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195:311-329
- Pereira JOP, Freitas BM (2002) Estudo da biologia floral e requerimentos de polinização do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). *Rev Cienc Agron* 33: 5-12
- Pott A, Pott VJ (1994) Plantas do Pantanal. EMBRAPA-CPAP, Brasília
- Pott A, Pott VJ (2004) Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. *Wetl Ecol Manag* 12: 547–552
- Raynor GS, Ogden EC, Hayes JV (1972) Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. *Agron J* 64: 420–427
- Ramalho M, Silva M (2002) Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. *Sitientibus* 2: 34-43
- Rêgo MMC, Albuquerque PMC (1989) Comportamento de abelhas visitantes do murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Malpighiaceae. *Bol Mus Paraense Emílio Goeldi, Zool* 5: 179-193
- Rêgo MMC, Albuquerque PMC (2006) Polinização do Murici, Ministério do Meio Ambiente, Brasília
- Ribeiro E, Rêgo MMC, Machado IC (2006) Aspectos da polinização de murici pitanga *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae). In: Rêgo MMC, Albuquerque PMC Polinização do Murici, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 49-54
- Roubick, DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge, Cambridge University Press
- Russell KN, Ikerd H, Droege S (2005) The potential conservation value of unmowed poweline strips for native bees. *Biol Conserv* 124:133-48

- Sigrist MR, Sazima M (2004) Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for breeding system. *Ann Bot* 94:33-41
- Smith RS, Guyomarç'h S, Mandel T, Reinhardt D, Kuhlemeier C, Prusinkiewicz P (2006) A plausible model of phyllotaxis. *P Natl Acad Sci USA* 103:1301–1306
- Silva JSV, Abdon MM (1998) Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. *Pesqui Agropecu Bras* 33:1703-1711
- Schlindwein C, Martins CF (2000) Competition between the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae). *Plant Syst Evol* 224: 183-194
- Teixeira LAG, Machado IC (2000) Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta bot bras* 14: 347-357
- Vinson SB, Frankie GW, Williams HJ (1996) Chemical ecology of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). *Florida Entomol* 79:109-129
- Vinson SB, Williams HJ, Frankie GW, Shrum G (1997) Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris bees* (Hymenoptera: Apidae). *Biotrop* 29:76-83
- Vogel S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of the pollination ecology. *Men New York Bot Gard* 55:130-142
- Wittmann MTS, Dall'Agnol M (2002) Auto-incompatibilidade em plantas. *Cienc Rural* 32: 1083-1090
- Yang CF, Guo YH, Gituru RW, Sun SG (2002) Variation in stigma morphology, how does it contribute to pollination adaptation in *Pedicularis* (Orobanchaceae)? *Plant Syst Evol* 236: 89–98

Tabela 1. Proporção entre frutos formados e flores utilizadas em tratamentos controlados aplicados em *Byrsonima orbignyana* no Pantanal sub-região de Miranda, Mato Grosso do Sul.

Tratamento	% Frutos/Flores
Condições naturais	30 (872/2901)
Polinização cruzada longe	26 (37/143)
Polinização cruzada perto	18 (24/137)
Polinização cruzada intermediária	11,3 (17/150)
Autopolinização espontânea	6 (14*/286)
Autopolinização manual	3,2 (5/156)
Apomixia	3 (3/112)
Geitogamia	2,9 (3/102)

* Frutos formados somente em dois indivíduos

Tabela 2. Visitantes florais de *Byrsonima orbignyana* no Pantanal sub-região de Miranda, Mato Grosso do Sul. DC = Dimensões corporais, comp = comprimento, larg = largura, $x \pm dp$ = média \pm desvio padrão, RC = Recurso coletado, O = óleo, P = pólen, RV = Resultado da visita, POL = polinização, PI = pilhador, FO = Frequência de ocorrência, PF = pouco frequente (< 25%), F = frequente (entre 25- 50%), MF = muito frequente (> 50%).

Espécie *	DC (mm)		RC	RV	FO
	comp $x \pm dp$	larg $x \pm dp$			
Apidae					
Centridini					
<i>Centris flavifrons</i> (Fabricius 1775)	21.7 \pm 0.22	8.7 \pm 0.17	O/P	POL	PF
<i>Centris nitens</i> (Lepeletier 1841)	14.5 \pm 0.23	5.39 \pm 0.3	O/P	POL	PF
<i>Centris varia</i> (Erichson 1848)	15.3 \pm 0.48	6.41 \pm 0.37	O/P	POL	PF
<i>Centris</i> aff. <i>spilopoda</i> (Moure 1969)	13.7 \pm 0.52	5.44 \pm 0.32	O/P	POL	F
<i>Centris aenea</i> (Lepeletier 1841)	16.39 \pm 1.09	6.7 \pm 0.09	O/P	POL	F
<i>Centris</i> aff. <i>fuscata</i> (Lepeletier 1841)	17.25 \pm 0.27	6.57 \pm 0.43	O/P	POL	F
<i>Epicharis nigrita</i> (Friese 1900)	17.8 \pm 0.49	7.09 \pm 0.16	O/P	POL	MF
<i>Epicharis xanthogastra</i> (Moure & Seabra 1959)	15.11 \pm 0.27	5.79 \pm 0.31	O/P	POL	F
<i>Epicharis zonata</i> (Smith 1854)	20.4 \pm 0.53	7.3 \pm 0.1	O/P	POL	F
Emphorini					
<i>Alepidosceles imitatrix</i> (Schrottky 1909)	9.57 \pm 0.45	3.72 \pm 0.39	P	PI	PF
<i>Alepidosceles hamata</i> (Moure 1947)	7.45 \pm 0.31	3.05 \pm 0.22	P	PI	PF
Exomalopsini					
<i>Exomalopsis analis</i> (Spinola 1853)	6.3 \pm 0.09	2.43 \pm 0.15	P	PI	PF
Meliponini					
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille 1811)	4.54 \pm 0.08	2.2 \pm 0.16	P	PI	PF
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius 1793)	6.39 \pm 0.58	2.95 \pm 0.2	P	PI	PF
Tapinotaspidini					
<i>Xanthopedia larocai</i> (Moure 1995)	6.36 \pm 0.09	2.46 \pm 0.15	O/P	PI	PF
Halictidae					
<i>Augochlora</i> sp. (Smith 1853)	8.15 \pm 0.19	2.71 \pm 0.36	P	PI	PF

* Classificação segundo Michener 2007

Legenda das figuras

Figura 1 Sucesso reprodutivo e teste de qui-quadrado (X^2) com diferenças estatísticas entre os tipos de tratamento de polinização aplicados em *Byrsonima orbignyana* no Pantanal sub-região de Miranda, MS. PCP = polinização cruzada perto, PCM = polinização cruzada intermediária, PCL = polinização cruzada longe, G = geitogâmia, A = apomixia, APE = autopolinização espontânea, APM = autopolinização manual, CN = condições naturais. Valores com letras diferentes são significativamente diferentes de $p = 0,05$.

Figura 2. Número de visitas dos polinizadores de *Byrsonima orbignyana* em classes de horários, no Pantanal sub-região de Miranda, Mato Grosso do Sul. — □ — *Centris aenea*
—— *Centris flavifrons* ▒ *Centris fuscata* □ □ □ □ *Centris spilopoda* ———
Epicharis nigrita ▒ *Epicharis xanthogastra* □ □ □ □ *Epicharis zonata*

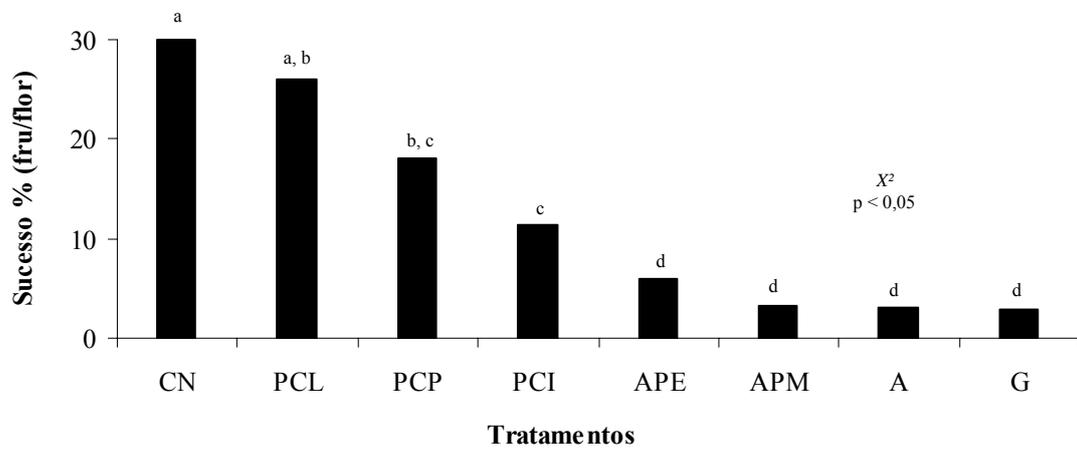


Figura 1

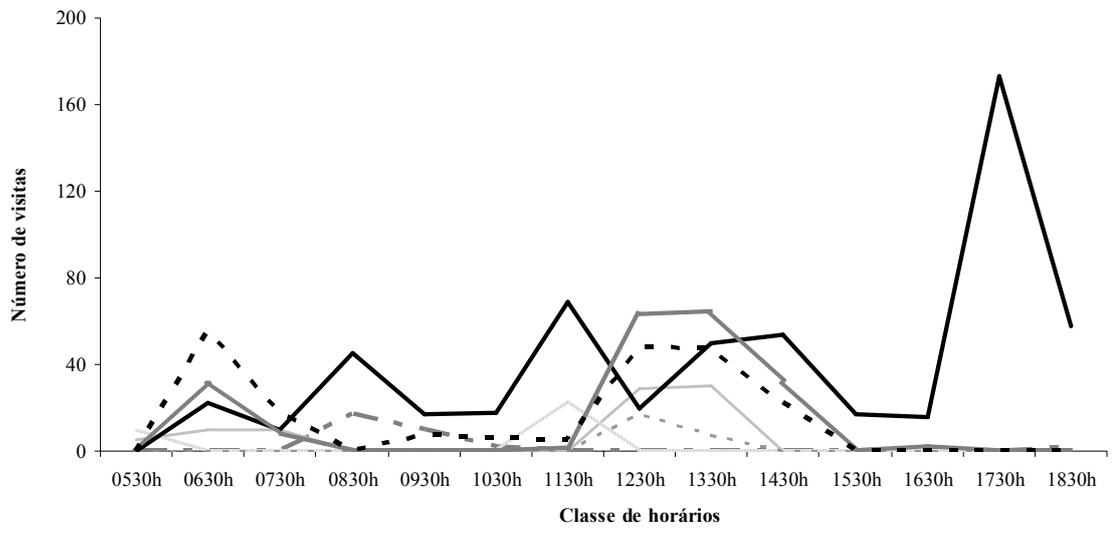


Figura 2

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)