



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**



AMANDA GALDI BOARETTO

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ANTINUTRICIONAL DE FRUTOS CONSUMIDOS POR
MORCEGOS NO PANTANAL DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL**

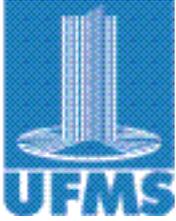
Orientador(a): Dra. Maria Rita Marques
Co-Orientador: Dr. Erich Fischer

**CAMPO GRANDE – MS
2008**

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**



AMANDA GALDI BOARETTO

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ANTINUTRICIONAL DE FRUTOS CONSUMIDOS POR
MORCEGOS NO PANTANAL DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL**

Dissertação apresentada como um dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Biologia Vegetal - Domínio Cerrado e Pantanal junto ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

**CAMPO GRANDE – MS
2008**

“Nunca julgue um homem pela sua aparência,
Nunca despreze um homem pelo seu aspecto.
Pequena é a abelha entre os seres alados,
O que produz, entretanto, é o que há de mais doce!!”
Eclesiastes

Agradecimentos

A realização deste estudo só foi possível devido ao apoio de várias pessoas. Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais e familiares que sempre me apoiaram e incentivaram permitindo que eu pudesse chegar até aqui.

Faço um agradecimento especial ao meu companheiro Alan Fredy Eriksson pelo carinho, atenção e paciência e pela ajuda com a logística, coleta e análise de dados.

Agradeço à minha orientadora Maria Rita Marques que sempre confiou na minha capacidade e me deu oportunidade e liberdade para desenvolver meu projeto.

Meu agradecimento especial também vai para todos os professores que foram fundamentais na minha formação.

Sou grata aos meus queridos amigos: Gabriel Guizzi, Priscila Costa, Guilli de Almeida, Patrícia Cara, Camila Vidotto que me deram uma ajuda imprescindível na coleta dos frutos. Agradeço também à minha estagiária Ana Eduarda Zulim de Carvalho que me auxiliou nas análises de laboratório.

Enfim, quero agradecer a todos os meus amigos que me ajudaram sempre, tanto nos momentos de trabalho quanto nas horas de lazer, necessárias à nossa integridade mental.

Também dedico um agradecimento ao pessoal do Laboratório de Bioquímica da UFMS em especial à Carla Braga Leite e Aurora de Oliveira pela paciência, repartição dos equipamentos e amizade.

Aos técnicos de laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos que me auxiliaram nas dosagens de lipídeos.

Também agradeço à Pró-reitoria de Pesquisa pela concessão da Base de Estudos no Pantanal e à FUNDECT, pela bolsa e apoio financeiro fornecida durante o mestrado.

Portanto, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste projeto.

ÍNDICE

Resumo	7
Abstract	8
I. Introdução Geral	9
1.1 Dispersão de sementes e a importância ecológica dos morcegos.....	9
1.2 - <i>Cecropia</i> (Urticaceae).....	11
1.3 - <i>Ficus</i> (Moraceae).....	12
1.4 - <i>Piper</i> (Piperaceae).....	13
1.5 – Pantanal.....	13
1.6 - Plantas como fonte de alimento x defesa contra herbívoros.....	14
1.7 -Frutos imaturos x Frutos maduros.....	20
II. Objetivos	23
Referências Bibliográficas	24
Instrução aos autores	29
ARTIGO I: Avaliação Nutricional e Antinutricional de Frutos Consumidos Por Morcegos Do Pantanal de Mato Grosso Do Sul, Brasil	33
Introdução	36
Materiais e Métodos	38
Análises bioquímicas	39
Resultados	41
Discussão	42
Considerações Finais	48
Referências Bibliográficas: Artigo I	61

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 01:** Média e desvio padrão da porcentagem de água contida em frutos imaturos (FI) e frutos maduros (FM) das espécies vegetais *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil. **Erro! Indicador não definido.**2
- Figura 02:** Média e desvio padrão dos compostos em relação ao estágio de maturação dos frutos de *Ficus pertusa* L., coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, MS. **Erro! Indicador não definido.**3
- Figura 03:** Média e desvio padrão dos compostos em relação ao estágio de maturação dos frutos de *Cecropia Pachystachya* Trec., coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá-MS. **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 04:** Média e desvio padrão da porcentagem de açúcar total por grama de peso seco em frutos imaturos (FI) e maduros (FM) de *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil. 55
- Figura 05:** Média e desvio padrão da porcentagem de açúcares redutores por grama de fruto seco presentes nos frutos imaturos (FI) e maduros (FM) das espécies *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil. 56
- Figura 06:** Média e desvio padrão da porcentagem de proteínas presentes em frutos imaturos (FI) e maduros (FM) por grama de peso seco das espécies *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil. 57

Figura 07: Média e desvio padrão da porcentagem de lipídeos contida nos frutos imaturos (FI) e maduros (FM) de *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil. 58

Figura 08: Média e desvio padrão da porcentagem de compostos fenólicos totais e taninos por grama de peso seco presentes nos frutos de *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. em diferentes estágios de maturação (FI - frutos imaturos e FM - frutos maduros), coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil. 59

Figura 09: Ordenação (Escalonamento Multidimensional Monotônico) das amostras de *Cecropia pachystachya* Trec. pelos compostos água, açúcar total, açúcar redutor, proteína, tanino, fenol total e atividade específica da peroxidase em pH=7,0 e pH=5,0..... 60

Figura 10: Ordenação (Escalonamento Multidimensional Monotônico) das amostras de *Ficus pertusa* L. pelos compostos água, açúcar total, açúcar redutor, proteína, tanino, fenol total e atividade específica da peroxidase em pH=7,0 e pH=5,0..... **Erro! Indicador não definido.**61

APENDIX

Apendix 66

Apendix 01: Média e desvio padrão da porcentagem de água e nutrientes (açúcar total, açúcar redutor, proteínas e lipídeos) por grama de fruto seco, presentes em frutos imaturos (FI) e frutos maduros (FM) de cinco espécies vegetais consumidas por morcegos no Pantanal do Miranda, Corumbá – MS..... 66

Apendix 02: Média e desvio padrão da porcentagem de compostos fenólico totais e taninos por grama de peso seco encontrados nos frutos imaturos (FI) e frutos maduros (FM) de cinco espécies vegetais consumidas por morcegos no Pantanal do Miranda, Corumbá –MS..... 67

Apendix 03: Média e desvio padrão referentes à atividade peroxidásica total e específica de isoenzimas ácidas (pH = 5,0) e neutras (pH =7,0) nos frutos imaturos (FI) e maduros (FM) coletados no Pantanal, Corumbá-MS..... 68

Resumo

(Análise nutricional e antinutricional de frutos consumidos por morcegos do Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil). A composição química dos frutos zoocóricos é um dos fatores que tendem a determinar padrões específicos de frugivoria. Este trabalho teve como objetivos quantificar os compostos nutricionais e potencialmente antinutricionais presentes nos frutos imaturos e maduros consumidos por morcegos no Pantanal. Foram coletados frutos de cinco espécies vegetais: *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), *Ficus pertusa* (Moraceae), *Ficus obtusifolia* (Moraceae), *Ficus luschnathiana* (Moraceae), *Piper angustifolium* (Piperaceae). Todas apresentaram cerca de 70% de água e não houve diferença no conteúdo de água entre frutos imaturos e maduros. A quantidade de carboidratos, tanto totais quanto redutores, foi maior em frutos maduros. A grande quantidade de açúcar redutor observada sugere que as espécies analisadas investem mais neste recurso como atrativo para dispersores. Já a concentração de proteínas totais foi relativamente baixa (menos de 1,5% do peso seco). O baixo teor de proteínas presentes nesses frutos pode ser a razão pela qual os morcegos complementem a dieta com outras partes da planta, néctar ou insetos. As espécies apresentaram cerca de 1 a 5% de lipídeos, exceto frutos maduros de *F. luschnathiana* que apresentaram 14,08% do peso seco em lipídeos, demonstrando que esta foi a espécie que mais investiu energia metabólica neste recurso, dentre as espécies estudadas. A porcentagem de compostos fenólicos e taninos foi maior em frutos imaturos; entretanto, todos os frutos apresentaram menos de 1,32% do peso seco em taninos, o que é considerado inócuo para mamíferos. A atividade específica das peroxidases variou entre as espécies analisadas e entre os diferentes estágios de maturação. Tal atividade pode estar relacionada com os mecanismos de defesa das espécies investigadas ou com os processos normais de maturação.

Palavras-chave: frugivoria, metabólitos primários, compostos fenólicos, taninos, peroxidases

Abstract

(Nutritional and antinutritional composition of fruits consumed by bats in the Pantanal in Mato Grosso do Sul, Brazil). The chemical composition of zoochoric fruits is one of the factors that tend to determine specific patterns of frugivory. The purpose of this study was to quantify nutritional and potentially antinutritional compounds available in ripe and unripe fruits consumed by bats in the southern portion of the Pantanal floodplain in Brazil. Fruits of five species were collected: *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), *Ficus pertusa* (Moraceae), *Ficus obtusifolia* (Moraceae), *Ficus luschnathiana* (Moraceae), and *Piper angustifolium* (Piperaceae). Water content was about 70% in all samples, irrespective of maturation stage. The amounts of both reducing and total carbohydrates were higher in ripe samples. The high amount of reducing sugars suggests that the plant species investigated invest more in this resource in order to attract dispersers. Total protein concentration was relatively low, accounting for less than 1.5% of dry weight. The low content of protein found in the fruits may explain why bats supplement their diet with nectar, other parts of the plant, or insects. Lipids accounted for 1%-5% of dry weight in most samples, but reached as much as 14.08% in ripe fruits of *F. luschnathiana*, the species found to invest more metabolic energy in this resource. The percentages of phenolic compounds and tannins were higher in unripe fruits, but in all samples, whether ripe or unripe, tannin levels were lower than 1.32% of dry weight—an innocuous level for mammals. The specific activities of peroxidases varied across species and between maturation stages. These activities are possibly related to defense mechanisms of the species investigated or to normal mechanisms of maturation.

Keywords: frugivory, primary metabolites, phenolic compounds, tannins, peroxidases

I. Introdução Geral

1.1 Dispersão de sementes e a importância ecológica dos morcegos

A dispersão das sementes é um processo chave na vida das plantas por representar a ligação entre o processo de polinização e o de recrutamento, que leva ao estabelecimento de novas plantas adultas (Jordano *et al.* 2006). A fecundidade de uma planta em particular ou de uma população de plantas depende não somente do sucesso no estágio de polinização, mas também o sucesso de estabelecimento e crescimento dos novos indivíduos (Janzen 1970; Fleming 1987; Jordano *et al.* 2006).

As espécies vegetais tropicais são altamente dependentes dos pássaros e dos mamíferos para a dispersão de suas sementes (Fleming 1987; Medelin & Gaona 1999; Jordano 1999; Jordano *et al.* 2006). Em florestas tropicais, estima-se que cerca de 50% a 90% das espécies arbóreas são dispersas por animais (zoocoria), enquanto que cerca de 20% a 50% das espécies animais que ocorrem nestas áreas se alimentam de frutos pelo menos em um período do ano (Jordano *et al.* 2006). A zoocoria é vantajosa porque protege as sementes dos inimigos naturais, já que essas são carregadas pelos dispersores, reduz a competição em torno da planta-mãe e permite a colonização de novos habitats (Fleming 1987, Whittaker & Jones 1994; Lobo *et al.* 2003; Jordano *et al.* 2006). Dentre os dispersores de sementes nos neotrópicos, os morcegos representam um dos grupos mais importantes, pois são abundantes, representando aproximadamente um quarto das espécies de mamíferos conhecidas e voam em áreas abertas percorrendo grandes distâncias e vários tipos de habitats (Whittaker & Jones 1994; Shilton *et al.* 1999; Lobo *et al.* 2003; Passos & Passamani 2003; Jordano *et al.* 2006; Bianconi *et al.* 2007; Reis *et al.* 2007).

Os morcegos pertencem à ordem Chiroptera que se subdivide em duas subordens, Megachiroptera e Microchiroptera. Os Megachiropteros ocorrem apenas no Velho Mundo e estão distribuídos em uma única família (Pteropodidae) (Marinho-Filho & Sazima 1998; Reis *et al.* 2007). A subordem Microchiroptera possui 17 famílias distribuídas por todo o mundo, exceto nos pólos (Reis *et al.* 2007) e todos utilizam a ecolocalização para orientação espacial, emitindo sinais que são produzidos pela laringe e o retorno dos ecos permitem aos morcegos detectar, localizar e caracterizar o alvo refletido (Bernard 2003; Schnitzler *et al.* 2003). Os morcegos frugívoros neotropicais pertencem à família Phyllostomidae, que possui como representantes basais espécies insetívoras ou hematófagas, sendo que, apenas 22 de 56 gêneros (90 de 173 espécies) são primária ou exclusivamente frugívoros (Muscarella & Fleming, 2007). Todos os filostomídeos apresentam folha nasal e são capazes de emitir os sinais da ecolocalização pelo nariz, o que lhes permite voar com a boca fechada, ou carregando frutos (Bernard 2003). Porém, esses animais também apresentam visão e olfato desenvolvidos (Rieger & Jacob 1988). Os filostomídeos podem consumir uma variedade de itens alimentares, tais como frutos, pólen, néctar, folhas, insetos, vertebrados e

sangue. Portanto, são polinizadores e dispersores de muitas espécies vegetais e controladores da população de insetos (Fischer 1992; Kunz & Diaz 1995; Ruby *et al.* 2000; Lobova *et al.* 2003; Passos & Passamani 2003; Passos *et al.* 2003; Passos & Graciolli, 2004; Nelson *et al.* 2005; Bianconi *et al.* 2007; Fabián *et al.* 2008; Sato *et al.* 2008; Teixeira *et al.* 2009).

No Brasil, os morcegos são a segunda ordem em riqueza de espécies (167 espécies, 64 gêneros e nove famílias) superados apenas pela ordem Rodentia (235 espécies) (Reis *et al.* 2007). Em Mato Grosso do Sul são registradas cerca de 61 espécies de morcegos, sendo que destas, 53 são registradas no Pantanal e 28 pertencem à família Phyllostomidae, que apresenta os representantes frugívoros (Cáceres *et al.* 2008). A espécie mais abundante no Pantanal do Miranda é *Artibeus jamaicensis*, que consome e dispersa grandes quantidades de frutos e sementes (Camargo 2003; Teixeira *et al.* 2009).

O consumo de frutos e a dispersão de sementes realizadas pelos morcegos contribuem para o sucesso reprodutivo das plantas consumidas, para a manutenção de florestas e auxilia nos processos de regeneração, já que muitas dessas espécies vegetais são pioneiras. (Fleming & Sosa 1994; Whittaker & Jones 1994; Passos *et al.* 2003, Bianconi *et al.* 2007). Além disso, como são abundantes em áreas tropicais e geralmente voam em áreas abertas, deslocando-se em grandes distâncias e percorrendo vários tipos de habitats, contribuem diretamente para regeneração e colonização de áreas degradadas (Whittaker & Jones 1994; Shilton *et al.* 1999; Lobova *et al.* 2003; Jordano *et al.* 2006; Bianconi *et al.* 2007).

Os frutos preferencialmente consumidos por morcegos possuem uma série de características que os diferenciam daqueles consumidos por aves e mamíferos não voadores, tais como: porção comestível macia, coloração discreta (mesmo quando maduro), odor forte e exposição na parte externa da planta para facilitar a apreensão em vôo (van der Pijl 1982; Fabián *et al.* 2008). A polpa geralmente é mascada ou sugada e as sementes menores são ingeridas e descartadas nas fezes (Wendein *et al.* 2000; Lobova *et al.* 2003) e as maiores podem ser carregadas pela boca durante o vôo e/ou descartadas nos poleiros de alimentação (Passos & Graciolli 2004).

Apesar de utilizarem diversas espécies vegetais (Fabián *et al.* 2008), as mais consumidas pelos morcegos são principalmente plantas dos gêneros *Ficus* (Moraceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Piper* (Piperaceae) e *Solanum* (Solanaceae) (Morrison 1980; August 1981; Herbst 1986; Marinho-Filho 1991; Wendein *et al.* 2000; Lobova *et al.* 2003; Passos *et al.* 2003; Passos & Passamani 2003; Francener 2006; Fabián *et al.* 2008; Teixeira *et al.* 2009). As plantas dos gêneros *Cecropia*, *Piper* e *Solanum* costumam disponibilizar frutos em pequenas quantidades e por um período maior, prolongando o fornecimento de recursos ao longo do ano (Lobova *et al.* 2003; Lima & Reis 2004; Fabián *et al.* 2008). Já as figueiras (espécies do gênero *Ficus*) possuem estratégias de frutificação

conhecida como “big-bang” disponibilizando grandes quantidades de frutos por um curto período de tempo (Janzen 1979; Fabián *et al.* 2008).

Algumas espécies de morcegos apresentam preferências por determinados frutos, por exemplo: algumas espécies do gênero *Artibeus* exibem preferência por frutos de *Cecropia* (Embaúbas) (Passos & Passamani, 2003; Lobova *et al.* 2003; Sato *et al.* 2008) e *Ficus* (Figueiras) (Morrison, 1980; August 1981; Wendein *et al.* 2000); já *Carollia perspicillata* Lineu prefere frutos de *Piper* (Pimenteiras) (Marinho-Filho 1991; Thies & Kalko 2004; Lima & Reis 2004) enquanto *Sturnira lilium* apresenta preferência por frutos de *Solanum* (Marinho-Filho & Sazima 1998; Passos *et al.* 2003).

Estudos feitos com morcegos frugívoros no Pantanal demonstraram que o consumo de *Ficus*, *Cecropia* e *Piper* também é comum nesta região (Munin 2008; Teixeira *et al.* 2009). Munin (2008) estudou a utilização de itens alimentares pelos filostomídeos no Pantanal da Nhecolândia e registrou que as espécies de frutos mais freqüentes foram *Ficus* sp., *Cecropia pachystachya* Trec e *Piper tuberculatum*. Já Teixeira *et al.* (2009) registrou que a espécie mais freqüente nas fezes de *A planirostris* no Pantanal do Miranda foi *Ficus pertusa*, seguida por *Banara arguta* e *C. pachystachya*. Estas espécies vegetais também foram observadas nas fezes de *Noctilio albiventris*, que é uma espécie insetívora, demonstrando a importância destas plantas no Pantanal (Gonçalves *et al.* 2007).

1.2 - *Cecropia* (Urticaceae)

O gênero *Cecropia* pertence à família Urticaceae (Souza & Lorenzi 2005) e possui cerca de 61 espécies restritas ao neotrópico (Lobova *et al.* 2003). Cerca de 93% das espécies de *Cecropia* são zoocóricas (Lobova *et al.* 2003) e são consumidas por aves (Ragusa Neto 2004), morcegos (Sato *et al.* 2008; Lobova *et al.* 2003; Munin 2008; Passos & Passamani 2003, Passos & Graciolli 2004), marsupiais (Casella 2006) e peixes (Pilati *et al.* 1999). Doze gêneros e 32 espécies de morcegos (sendo nove do gênero *Artibeus*) utilizam cerca de quinze espécies de *Cecropia* como alimento (Lobova *et al.* 2003). Este gênero inclui árvores de crescimento rápido, muito comum em vegetações secundárias e em áreas de clareiras e borda de mata (Medellín & Gaona 1999; Lobova *et al.* 2003).

No Pantanal ocorre apenas uma espécie deste gênero: *Cecropia pachystachya*, popularmente conhecida como embaúba, comum em todas as sub-regiões do Pantanal, matas ciliares inundáveis, capões e bordas de cordilheiras, solos arenosos ou argilosos (Pott & Pott 1994; Damasceno Junior *et al.* 2005). Segundo Munin (2008), *C. pachystachya* é a segunda espécie mais consumida por morcegos no Pantanal da Nhecolândia e aparentemente, é um recurso importante nesta região. Seis

espécies de morcegos, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Sturnira lilium*, *Platyrrhinus lineatus*, *Glossophaga soricina* e *Phyllostomus hastatus* foram registradas como consumidoras. Na região do Miranda *C. pachystachya* é a terceira espécie mais abundante nas fezes de *A. jamaicensis* (Teixeira *et al.* 2009). Diferente das espécies de *Ficus*, as espécies do gênero *Cecropia* disponibilizam frutos durante praticamente o ano todo. Já a eficiência de dispersão deste gênero pelos quirópteros é questionável. Segundo Teixeira *et al.* 2009, sementes que passaram pelo trato digestivo obtiveram menor taxa de germinação do que as que não haviam passado. Estudos realizados com *Cecropia obtusifolia* também não apresentaram diferenças nas taxas de germinação entre sementes que passaram pelo trato intestinal e sementes que foram retiradas diretamente da planta (Lobova *et al.* 2003). Entretanto, mesmo não alterando a velocidade e capacidade de germinação, os morcegos carregam as sementes para longe da planta mãe, onde a competição e a predação são menores e, portanto, a probabilidade de sobrevivência desta nova plântula pode ser maior (Janzen 1970; Lobova *et al.* 2003).

1.3 - *Ficus* (Moraceae)

O gênero *Ficus* possui representantes amplamente distribuídos na região tropical e subtropical. Existem cerca de 750 espécies e exibem uma grande variedade de formas e tamanhos incluindo arbustos, lianas, árvores, epífitas e hemi-epífitas estranguladoras, sendo um dos gêneros mais diversificados entre as plantas lenhosas (Janzen 1979; Shanahan *et al.* 2001). Podem ser monóicas ou dióicas e apresentam mutualismo obrigatório com vespas polinizadoras (Hymenoptera, Agaonidae) (Janzen 1979; Shanahan *et al.* 2001). Por conta deste elaborado sistema de polinização as espécies de *Ficus* geralmente possuem floração assincrônica, isto é, enquanto uma figueira esta com frutos maduros outro indivíduo desta mesma espécie se encontra em fase inicial de floração (Janzen 1979). As figueiras produzem grande quantidade de frutos que atraem uma ampla gama de animais consumidores e a grande maioria é dispersor de sementes (Morrison 1980; August 1981; Wendein *et al.* 2000; Shanahan *et al.* 2001, Teixeira *et al.* 2009).

Além disto, podem ser encontradas em todos os tipos de habitat e apesar de serem plantas perenes de ampla longevidade, suas sementes são pequenas e quando se estabelecem crescem relativamente rápido. Podem crescer sobre outras espécies arbóreas e sufoca-las, por isso também são chamadas de mata-pau (Janzen 1979; Pott & Pott 1994, Souza & Lorenzi 2005).

Devido ao seu potencial como fonte de recursos, as figueiras são consideradas espécies chaves, pois sustentam uma variedade de animais (Morrison 1980, Coates-Estrada & Estrada 1986; Wendein *et al.* 2000; Shanahan *et al.* 2001; Serio-Silva *et al.* 2002). Segundo Shanahan *et al.* (2001) cerca de 1274 espécies, 523 gêneros e 93 famílias de aves e mamíferos se alimentam de *Ficus*.

Dentre os maiores consumidores de plantas deste gênero estão os morcegos da família Phyllostomidae (Wendein *et al.* 2000; Shanahan *et al.* 2001). Outros autores relataram a importância destes animais na dispersão de espécies de figueiras (Morrison 1980; August 1981; Coates-Estrada & Estrada 1986; Wendein *et al.* 2000; Teixeira *et al.* 2009). No pantanal as figueiras são as espécies mais consumidas por algumas espécies de filostomídeos (Munin 2008, dados não publicados, Teixeira *et al.* 2009).

1.4 - Piper (Piperaceae)

A família Piperaceae é predominantemente tropical e possui cinco gêneros nativos e cerca de 2000 espécies, a maioria incluída nos gêneros *Piper* e *Peperomia* (Souza & Lorenzi 2005). O gênero *Piper* contém cerca de 1000 espécies que podem se apresentar na forma de ervas, arbustos ou arvoretas (Figueiredo & Sazima 2000; Souza & Lorenzi 2005; Scott *et al.* 2008). Muitas espécies possuem potencial medicinal, podem ser utilizadas como especiarias (por exemplo, a pimenta do reino) e algumas espécies possuem ação pesticida (Scott *et al.* 2008).

Os frutos maduros de Piperaceae são também uma importante fonte de alimento para morcegos e vários estudos relatam que a espécie *C. perspicillata* esta entre os maiores consumidores e dispersores destas plantas (Marinho-Filho 1991; Lima & Reis 2004, Thies & Kalko 2004). Plantas do gênero *Piper* são comuns no sub-bosque de muitas florestas neotropicais e em bordas e clareiras (Thies *et al.*, 1998; Lima & Reis 2004; Thies & Kalko 2004) e são importantes na sucessão das espécie e na recuperação e regeneração de áreas perturbadas (Thies *et al.* 1998).

1.5 – Pantanal

O Pantanal é uma planície sedimentar com cerca de 140.000 km² formada no período quaternário, preenchida com depósitos aluviais dos rios da bacia do Alto Paraguai onde a paisagem é determinada, principalmente, pelos pulsos anuais de cheia e vazante (Adámoli 1986). A vegetação é composta por campos de gramíneas, formações florestais e vegetação aquática (Prance & Schaller 1982, Silva *et al.*, 2000). Por estar localizado no centro do continente sofre influencia de várias províncias fitogeográficas da América do Sul. Ao leste, ocorre a predominância das características do Cerrado do Brasil Central; na porção nordeste, predominam as florestas semidecíduas relacionadas com a floresta Amazônica e no sudoeste, ocorre a influência da floresta chaquenha seca originária da Bolívia e Paraguai (Adámoli 1986). Também são comuns formações florestais com o predomínio de apenas uma espécie, como por exemplo, o Paratudal que é formado pela espécie de ipê (*Tabebuia aurea*) e o Carandazal, formado pelos carandás (*Copernicia alba*) (Pott & Pott 1994).

A expressão das diferentes características depende da área e das condições locais, o que resulta em uma diversidade de fisionomias e habitats que permitiram a divisão da planície pantaneira em várias sub-regiões (Cunha & Junk, 1996). Segundo Silva & Abdon (1998), o Pantanal pode ser dividido em 11 sub-regiões determinadas pelo regime de inundação local e vegetação característica. Essas regiões são: Cáceres, Poconé, Barão de Malgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho.

Além da diversidade florística, há também uma diversidade de ambientes e paisagens que ocorrem na planície pantaneira. A sub-região do Miranda situada no Pantanal sul é dominada por campos inundáveis, interrompidos por áreas de matas denominadas capões. Os capões são ilhas de vegetação que permanecem secos mesmo na época chuvosa, e assim, abrigam espécies vegetais intolerantes à inundação e componentes da fauna nos períodos de cheia (Pott & Pott 1994, Damasceno Jr *et al.*, 1999, 2005). Também é característica desta região a presença de baías, matas ciliares, campos com vazante, corixos e caixas de empréstimos que formam “lagos” à beira da estrada. Esses ambientes são influenciados diretamente pelo regime hídrico, e a sub-região do Abobral na cheia constitui-se numa planície de inundação comum dos rios Abobral, Miranda e Negro (Silva *et al.* 2000).

1.6 - Plantas como fonte de alimento x defesa contra herbívoros

Como recompensa para o dispersor as plantas produzem frutos com diferentes características (Jordano 1999; Corlett 1996, Jordano *et al.* 2006). A maior parte dos frutos carnosos é constituída principalmente por água, possuindo cerca de 70% (Herrera 1987; Corlett 1996; Schaefer *et al.* 2003). Dos compostos do metabolismo primário presentes nos frutos, os carboidratos geralmente são os mais abundantes e a quantidade de proteínas e lipídeos geralmente é menor (Herrera 1987; Corlett 1996; Schaefer *et al.* 2003). Assim, as plantas podem ser classificadas em dois grupos: “Pobres em nutrientes”, onde a maior parte da energia fornecida pelo frutos provém dos açúcares, pois a quantidade de lipídeos e proteínas é baixa (menor que 0,5% peso fresco), ou plantas “ricas em nutrientes”, que apresentam maior concentração de lipídeos e proteínas (Laska 1990; Wendein *et al.* 2000).

Os carboidratos são encontrados na forma de monossacarídeos, dissacarídeos ou polissacarídeos (Brady 1987). A presença de carboidratos solúveis em frutos pode influenciar a escolha deste recurso por aves e mamíferos (Herrera, 1987; Wendein *et al.* 2000; Schaefer *et al.* 2003; Lima & Reis 2004). Apesar da baixa quantidade de proteínas presente nos frutos, a elevada concentração de açúcares e alta absorção destes compostos pelos morcegos frugívoros, demonstra a importância

destes nutrientes no suprimento energético destes animais (Morrison 1980; Laska 1990; Dempsey 1998).

Os vertebrados frugívoros exibem preferências por determinados tipos de açúcares (Ko *et al.* 1998; Baker *et al.* 1998; Herrera 1999; Hernández *et al.* 2003). As aves, por exemplo, apresentam preferência por frutose e glicose (Ko *et al.* 1998; Baker *et al.* 1999). Frutos consumidos por morcegos geralmente possuem grande quantidade de carboidratos sendo que a quantidade de frutose e glicose (monossacarídeos) geralmente é maior que a concentração de sacarose (dissacarídeo) (Baker *et al.* 1998; Ko *et al.* 1998, Herrera 1999; Hernández *et al.* 2003). Porém, um estudo feito por Ko *et al.* (1998) em Hong Kong demonstrou que morcegos frugívoros e outros mamíferos consomem espécies que possuem sacarose e em cinco destas, este açúcar foi predominante. Além disso, Herrera (1999) estudou a preferência por glicose, frutose e sacarose em três espécies de morcegos, duas frugívoras (*A. jamaicensis*, *S. lilium*) e uma nectarívora (*Anoura geoffroyi*) e observou que a sacarose, mesmo não sendo o tipo de açúcar mais encontrado nos frutos quiropterocóricos, foi selecionada por essas espécies. Entretanto, não houve diferença na assimilação dos três tipos de açúcares, o que demonstra que esses animais podem utilizar bem os três tipos de recurso.

Os lipídios servem como reserva de energia em animais e algumas sementes (geralmente na forma de gorduras ou óleos). É necessária uma quantidade mínima de lipídeos na dieta, pois além de desempenharem funções estruturais são fontes de colesterol, vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais. Entre estes, os mais importantes para os mamíferos são os ácidos linoléico e araquidônico (Dempsey 1998). Nas espécies vegetais a maior parte dos lipídeos ficam armazenados nas sementes que não são totalmente digeridas por morcegos frugívoros (Wendein *et al.* 2000).

Por outro lado, a maioria dos frutos carnosos possuem uma pequena quantidade de proteínas (cerca de 0,9% a 15%), e a maior parte das espécies vegetais possuem menos de 7% deste metabólito (Herrera 1987; Corlett 1996). As proteínas fornecem nitrogênio e são fontes de aminoácidos essenciais, os quais não são sintetizados pelos animais que buscam esses nutrientes nos alimentos. Além disso, a quantidade de proteína ingerida deve, pelo menos, suprir a quantidade de nitrogênio eliminado nas fezes e urina (Morrison 1980; Dempsey 1998).

Estudos realizados com frutos de figueiras demonstraram que estas possuem uma baixa concentração de proteínas (Morrison 1980; Francener 2006). Morrison (1980) demonstrou que a quantidade de proteínas presentes em *Ficus insipida* é insuficiente para suprir a necessidade diária de *A. jamaicensis* e que esses animais complementam a dieta protéica ingerindo insetos, pólen e até folhas. Entretanto, alguns autores encontraram em outras espécies vegetais, quantidade suficiente de compostos protéicos para suprir a necessidade de algumas espécies de morcegos (August 1981; Wendein *et al.* 2000). No Pantanal há registros de espécies de filostomídeos frugívoros que se

alimentaram de insetos, folhas, pólen e outras partes florais, principalmente no período de escassez, porém, mesmo quando havia disponibilidade de frutos houve consumo de outros itens alimentares (Munin 2008, dados não publicados, Teixeira *et al.* 2009).

Além dos compostos essenciais, as plantas produzem compostos de defesa que podem influenciar diretamente na qualidade do alimento (Cipollini & Levey 1997; Witmer 2001; Schaefer *et al.* 2003; Dearing *et al.* 2005; Foley & Moore 2005). Por serem sésseis e fonte de carbono e nitrogênio, as plantas parecem representar um alvo fácil para patógenos e herbívoros, pois estão sujeitas a ataques tanto acima quanto abaixo do solo. Entretanto, doenças raramente se desenvolvem a partir destes contatos (Johal *et al.* 1995; Dicke & Hilker 2003). Isso ocorre principalmente devido a um complexo mecanismo de defesa que inclui defesas físicas e químicas (Dicke & Hilker 2003; Vasconsuelo & Boland 2007).

Esta resistência se deve a mecanismos de rejeição que podem ser divididos em duas categorias: (1) defesa passiva, formada pela presença de fatores de proteção constitutivos que podem ser físicos, tais como a parede celular, espaços intercelulares e xilema, presença de ceras e cutícula, e químicos, tais como inibidores da germinação de esporos, inibidores de polissacaridases e proteases ou compostos com ação tóxica sobre o organismo invasor; (2) resistência ativa, que ocorre somente em resposta à possível invasão do hospedeiro, envolvendo respostas físicas e químicas. A resistência ativa pode ser dividida em duas categorias: (1) Resistência Local ou Reação de Hipersensibilidade (*Hypersensitive Reaction*, ou HR) que é ativada no ponto onde ocorreu a agressão, causando a morte de células situadas nos locais por onde o agressor penetra no vegetal. Com isso, a planta impede o acesso do patógeno às células vizinhas, limitando a infecção. (2) Resistência Sistêmica Adquirida, conhecida como SAR (*Systemic Acquired Resistance*), que atua em conjunto com a resistência local e protege a planta contra ataques subsequentes de um mesmo patógeno (Margis-Pinheiro *et al.*, 1999; Cavalcanti *et al.*, 2006).

As defesas também podem ser classificadas em: (1) defesa direta, onde ocorre a produção de compostos que atacam diretamente o agressor; (2) defesa indireta, onde a planta produz substâncias voláteis que atraem parasitas ou predadores que irão atacar o agressor da planta (Dicke & Hilker 2003). Dentre os compostos de defesa das plantas destacam-se as substâncias do metabolismo secundário, bem como proteínas de defesa e inibidores de proteinases (Margis-Pinheiro *et al.* 1999; Dicke & Hilker 2003).

Por muito tempo os metabólitos secundários foram considerados “resíduos” do metabolismo primário. Entretanto, a elevada diversidade e acúmulo destes metabólitos nas células vegetais aliado à baixa capacidade de excreção destes compostos pelas plantas, foram os fatores que levaram Fraenkel (1959) a sugerir que os metabólitos secundários deveriam possuir funções específicas. Ele chamou esses compostos de substâncias “gatilho” na indução ou inibição da absorção dos nutrientes

pelos herbívoros (Harbone 2001). Muitos estudos posteriores demonstraram que os metabólitos secundários desempenham uma miríade de funções na defesa contra herbívoros e patógenos, na competição interespecífica, como a alelopatia, na regulação do crescimento e desenvolvimento, são precursores de alguns hormônios vegetais e podem participar da atração de polinizadores e dispersores, já que muitos são responsáveis pela cor, aroma e sabor de muitas plantas (Harbone 1997, 2001; Cipollini & Levey 1997; Croteau *et al.* 2000; Dicke & Hilker 2003).

Biossinteticamente, os metabólitos secundários podem ser divididos em três grandes classes: i) terpenóides, caracterizados por possuírem em sua estrutura básica um composto formado por cinco carbonos (isopreno); ii) alcalóides, conhecidos a mais de 3.000 anos, são compostos que contêm um ou mais átomos de nitrogênio, sendo sintetizados, principalmente a partir de aminoácidos; iii) e os compostos fenólicos que são abundantes e possuem como estrutura básica um anel aromático ligado a um grupo hidroxila (Harbone 1997,2001; Croteau *et al.* 2000; Witmer 2001). Todas as classes podem estar presentes em frutos (Croteau *et al.* 2000; Witmer 2001). Esses compostos podem ser constitutivos, tais como alguns fenóis (taninos e lignina), alcalóides e terpenóides; ou podem ser induzidos, isto é, metabolizados em resposta à uma injúria, tais como as fitoalexinas (Harbone 1997; Cipollini & Levey 1997; Dicke & Hilker 2003).

Entretanto, grande parte do arsenal de defesa de plantas, incluindo metabólitos secundários, proteínas e enzimas de defesa se tornam fatores antinutricionais para uma ampla gama de herbívoros, podendo atuar como anti-palatáveis ou mesmo impedir a ação de enzimas digestivas, tornando o alimento nutricionalmente pobre (Harbone 1997, 2001; Schaefer *et al.* 2003, Ianson 2005). Assim, algumas alterações fisiológicas e/ou comportamentais, tais como, aumento da capacidade de detoxicação de metabólitos secundários e/ou aumento na velocidade de excreção de compostos tóxicos, são mecanismos que permitem que alguns herbívoros continuem utilizando determinados alimentos, aumentando sua capacidade competitiva (Foley & Moore, 2005; Ianson, 2005). Além disso, a presença destes compostos pode levar a um processo de coevolução, selecionando dispersores e inibindo os não dispersores (Cipollini & Levey 1997; Harbone 2001). Por exemplo, na Costa Rica frutos maduros de *Andira inermis*, possuem no suco da polpa um potente antibiótico que aparentemente não influencia o consumo desta espécie por morcegos da região, que dispersam suas sementes. No entanto, porcos e bovinos que se alimentam sob a planta-mãe e não se locomovem para dispersar as sementes, evitam ingerir estes frutos, pois, o antibiótico inibe a microbiota intestinal necessária para uma boa digestão (Harbone 2001). Muitos metabólitos secundários, por outro lado, podem ser benéficos para o herbívoro que o consome, atuando como antioxidante, antelmintico ou com diferentes ações farmacológicas (Croteau *et al.* 2000, Ianson 2005, Monteiro *et al.* 2005; Soares 2002).

Um grupo de metabólitos secundários comum em plantas inclui os fenóis ou polifenóis, que podem ser divididos em: ácidos fenólicos, cumarinas e flavonóides. (Harbone 1997). Dentre os compostos fenólicos pouco distribuídos na natureza estão os fenóis simples (ex. o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol). Dos compostos largamente distribuídos na natureza estão dois grandes grupos: os flavonóides e derivados e os ácidos fenólicos (ácidos benzóico, cinâmico e seus derivados) e as cumarinas. Os flavonóides, grupo ao qual os taninos pertencem, são os compostos mais diversificados do Reino Vegetal. (Harbone 1997; Silva & Silva 1999; Croteau *et al.* 2000; Soares 2002).

Dentre os metabólitos secundários, os compostos fenólicos são uma das classes mais importantes nos mecanismos químicos de defesa de plantas, tanto na resistência constitutiva quanto na induzida (Levin 1976). Estão presentes na defesa contra organismos fitopatogênicos e herbívoros, inclusive mamíferos (Levin 1976; Harbone 1997, 2001; Croteau *et al.* 2000). As enzimas polifenoloxidase e peroxidase participam da oxidação de fenóis a quinonas, que são frequentemente mais tóxicos aos invasores do que o fenol original (Harbone 1997; Silva & Silva 1999; Croteau *et al.* 2000). Além de participar da defesa, alguns fenóis podem influenciar no sabor, cor e odor dos alimentos. As substâncias que dão coloração aos frutos maduros, tais como antocianina, caroteno e licopeno, influenciam na atração dos dispersores pois indicam o grau de maturidade do fruto (Harbone 1997, 2001; Croteau *et al.* 2000). As substâncias responsáveis pelo odor dos alimentos também podem ser derivadas do metabolismo secundário, entretanto, influenciam positivamente no consumo das plantas por herbívoros (Harbone 2001). Alguns compostos fenólicos também podem trazer benefícios à saúde animal atuando como agentes antioxidantes. Esta atividade antioxidante deve-se principalmente às propriedades redutoras e à estrutura química dos fenóis. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou seqüestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Além disso, os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis (Soares 2002).

Uma classe de polifenóis muito comum em plantas são os taninos. Os taninos apresentam massa molecular compreendido entre 500 e 3000 KDa e possuem grupos hidroxila fenólicos suficientes para formar ligações estáveis com proteínas, gelatinas e alcalóides (Swain 1977; Harbone 1997; Silva & Silva 1999). Também são responsáveis pela adstringência de muitas plantas, o que pode influenciar diretamente na escolha do alimento (Swain 1977; Harbone 1997, 2001). Estes compostos participam da defesa contra microorganismos fitopatogênicos e contra herbívoros, inclusive mamíferos (Scalbert 1991; Harbone 1997, 2001; Silva & Silva 1999; Monteiro *et al.* 2005, Ianson 2005).

Na forma não oxidada os taninos reagem com as proteínas através de pontes de hidrogênio e/ou ligações hidrofóbicas. Quando oxidados os taninos são convertidos a quinonas, as quais formam ligações covalentes com alguns grupos funcionais das proteínas (Silva & Silva 1999, Monteiro *et al.* 2005). Portanto, podem ser inibidores de enzimas digestivas, o que diminui a biodisponibilidade de proteínas e outros metabólitos secundários (Harbone 1997, Croteau *et al.* 2000).

A consequência da ingestão continuada de taninos por animais pode ser a redução do crescimento e aumento da excreção de nitrogênio (Silva & Silva, 1999; Foley & Moore, 2005). Ratos alimentados com dieta artificial contendo cerca de 4% de tanino faleceram após três dias (Harbone 1997). Scalbert 1991; Harbone 1997; Monteiro *et al.* 2005). Segundo Swain (1979 *apud* Wendelin *et al.* 2000) a presença de cerca de 2% de taninos é suficiente para inibir a predação por mamíferos.

Outros compostos que podem interferir no forrageamento de plantas por herbívoros são os inibidores de proteases. Eles são capazes de inibir a ação de enzimas digestivas que decompõem proteínas protegendo as plantas contra uma gama de herbívoros, incluindo fungos, insetos e mamíferos, que utilizam essas enzimas para degradar os tecidos vegetais (Marques e Xavier Filho 1991; Silva & Silva 2000; Mosolov *et al.* 2001). Podem atuar inibindo a atividades da tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase sendo os mais estudados, aqueles que atuam sobre tripsina. Os efeitos destes inibidores em animais monogástricos resultou em um aumento da atividade do pâncreas e redução na taxa de crescimento (Silva & Silva 2000). Portanto, estes inibidores são agentes antinutricionais que reduzem a utilização da proteína vegetal pelos herbívoros (Xavier-Filho & Campos 1989; Silva & Silva 2000; Mosolov *et al.* 2001).

Outro grupo que compõe as defesas das plantas são as proteínas protetoras, que podem ser induzidas em resposta à infecção, dano ou predação. Entre elas estão as “*proteínas relacionadas à patogênese*”, ou proteínas PR (*Pathogenesis Related Proteins*). As proteínas PR são subdivididas em diversos grupos (β - 1,3-glucanases, quitinases, peroxidases, etc), Todas são solúveis em meio ácido, têm baixa massa molecular e resistem a proteases (Margis-Pinheiro *et al.* 1999; Van Loon, 2006).

As peroxidases são enzimas presentes na maioria dos seres vivos, e em plantas desempenham papéis importantes relacionados ao desenvolvimento, amadurecimento e senescência de frutos e vários processos de defesa contra o ataque de parasitas e herbívoros (Frenkel 1972; van Huystee 1987; Clemente & Pastore 1998; Corrêa *et al.* 2007). Em frutos, o escurecimento dos tecidos ocorre principalmente pela oxidação de compostos fenólicos naturalmente presentes, que resulta na formação de pigmentos marrons, vermelhos ou negros e esta reação é catalisada por duas famílias de enzimas: as polifenoloxidasas e as peroxidases (Clemente & Pastore 1998). As peroxidases

contribuem com alterações deteriorativas no aroma, sabor, textura, cor e valor nutricional de frutas e verduras (Frenkel 1972, Corrêa *et al.* 2007). O aumento da síntese destas enzimas também está correlacionado à respostas de defesa, após tentativa de invasão. Elas participam dos processos de síntese de lignina, taninos e melaninas, aumento de fenóis e quinonas e biossíntese de etileno (Levin 1976; van Huystee 1987; Van Loon 1997, 2006). Além disso, as peroxidases participam da conversão de fenóis a quinonas e estas últimas também são capazes de formar complexos com proteínas tornando-as bioindisponíveis e diminuindo o valor nutricional do alimento (Harbone 1997; Silva & Silva 1999, Croteau *et al.* 2000; Monteiro *et al.* 2005).

A atividade da peroxidase está relacionada à presença de isoenzimas catiônicas e/ou aniônicas e um mesmo tecido pode conter ambos os tipos de isoenzimas (van Huystee 1987). Isoenzimas são formas múltiplas de uma enzima que catalizam a mesma reação, mas diferem entre si na estrutura primária, na sua afinidade pelo substrato, na velocidade máxima e/ou em suas propriedades reguladoras. A existência de isoenzimas permite um controle fino do metabolismo para modular necessidades particulares de um dado tecido ou estágio de desenvolvimento (van Huystee 1987; Zanatta *et al.* 2006).

1.7 -Frutos imaturos x Frutos maduros

Morcegos frugívoros geralmente forrageiam e selecionam frutos maduros (August 1981; Lima & Reis 2004). Entretanto, quando a oferta de recursos é pequena, esses animais podem aumentar o consumo de frutos imaturos e outras partes da planta (Wranghan & Waterman 1983; Nelson *et al.* 2000; Schaefer *et al.* 2003). Além da disponibilidade dos recursos, outro fator que influencia diretamente na seleção de itens alimentares por animais é a composição nutricional dos frutos (Wranghan & Waterman 1983; Herrera, 1987, Jordano 1999; Serio-Silva 2002; Schaefer *et al.* 2003, Lima & Reis 2004, Dempsey 1998; Fabián *et al.* 2008). Assim, a quantidade e a qualidade dos metabólitos, tanto nutricionais (carboidratos, proteínas e lipídeos) como antinutricionais (como por exemplo, os taninos) podem ser relevantes na escolha do alimento por animais frugívoros. (Swain 1977; Wranghan & Waterman 1983; Serio-Silva *et al.* 2002; Schaefer *et al.* 2003; Lima & Reis 2004; Dearing *et al.* 2005; Ianson 2005).

Durante o processo de amadurecimento os frutos sofrem diversas alterações físicas e químicas (Brady 1987; Oliveira-Junior *et al.* 2003; Schaefer *et al.* 2003). As principais transformações químicas que ocorrem nos frutos estão relacionadas aos teores de carboidratos, ácidos orgânicos, compostos fenólicos e pectinas (Brady 1987; Harbone 2001; Oliveira Junior *et al.* 2003; Schaefer *et al.* 2003). Os carboidratos mudam tanto em qualidade como em quantidade durante o amadurecimento do fruto. A degradação do amido, por exemplo, é uma das características

marcantes durante o processo de amadurecimento, produzindo açúcares redutores (como glicose) e/ou não redutores (como a sacarose) (Oliveira-Junior *et al.* 2003; Corrêa *et al.* 2007). Alterações físicas incluem aumento do tamanho do fruto e perda substancial na firmeza da polpa, que ocorre principalmente devido à degradação da parede celular por enzimas específicas (Brady 1987).

A composição dos açúcares, por exemplo, é distinta em frutos que estão em diferentes estágios de maturação, sendo que a composição de açúcares solúveis aumenta gradativamente à medida que o fruto amadurece (Brady 1987; Cipollini & Levey 1997; Schaefer *et al.* 2003). Francener (2006) estudou a composição química de frutos maduros e imaturos de *Piper*, *Solanum* e *Ficus* e encontrou diferenças na concentração de açúcares em frutos de *Piper* e *Solanum*. A quantidade de glicose e frutose foi variável, sendo que as maiores concentrações ocorreram nos frutos maduros. Os lipídeos e as proteínas também apresentam variações ao longo do processo de maturação (Silva *et al.* 2007). Francener (2006) encontrou maiores concentrações de lipídeos em frutos imaturos e maior teor de proteínas em frutos maduros. Entretanto, Schaefer *et al.* (2003) estudaram cerca de 33 espécies vegetais na Venezuela e encontraram maior quantidade de lipídeos e carboidratos em frutos maduros, e a concentração de proteínas foi menor nestes frutos. A diminuição na porcentagem de proteínas ao longo da maturação pode estar relacionada à degradação destes compostos e a utilização destas proteínas no metabolismo de outras substâncias (Schaefer *et al.* 2003).

A concentração de metabólitos secundários também é afetada pelo avanço da maturação dos frutos, sendo que frutos imaturos geralmente apresentam maiores proporções destes compostos que frutos maduros (Harbone 2001; Witmer 2001; Schaefer *et al.* 2003). Tal fato pode evitar que os frutos com diásporos imaturos sejam atacados por algum patógeno, ou removidos da planta-mãe antes de estarem prontos para germinar (Cipollini & Levey 1997, Harbone 1997, 2001). Portanto, é esperado que frutos em diferentes estágios de maturação apresentem valores distintos na composição e concentração de metabólitos (Harbone 2001). Vários estudos demonstram que a concentração de metabólitos secundários também sofre alteração durante o amadurecimento, como por exemplo, a redução na concentração de taninos em frutos maduros (Wrangham & Waterman 1983; Harbone 2001; Schaefer *et al.* 2003; Francener 2006). Entretanto, alguns compostos fenólicos que participam da coloração dos frutos podem sofrer elevação da concentração na medida em que o fruto amadurece e torna-se mais colorido (Harbone 1997, 2001). Porém, frutos consumidos por morcegos geralmente não possuem grandes alterações na cor, entretanto, podem apresentar odor forte e característico, que também pode estar relacionado à presença de compostos fenólicos (Harbone 1997,2001; Croteau *et al.* 2000). Contudo, a proporção de metabólitos secundários em frutos maduros tende a ser menor que em frutos imaturos, um mecanismo fisiológico provavelmente relacionado à dispersão (Cipollini & Levey 1997; Harbone 1997, 2001).

Muitas enzimas participam do processo de amadurecimento dos frutos (Brady 1987) e as peroxidases podem participar de um grande número de reações oxidativas e de biodegradação, tais como mudança de cor, degradação da clorofila ou auxinas, oxidação de fenóis, oxidação do ácido indol acético (AIA), biossíntese da lignina, e muitos destes fatores também podem ser associados com a cor, textura e qualidade nutricional dos alimentos (Corrêa *et al.* 2007). Uma característica marcante da peroxidase é sua grande termoestabilidade, sendo considerada por alguns autores a enzima mais termorresistente dentre àquelas presentes em frutas e vegetais (Zanatta *et al.* 2006; Luiz *et al.* 2007). Além dos efeitos no sabor, foi proposto que as peroxidases também podem afetar a textura de alguns tipos de frutas, através da síntese de lignina, causando defeitos na textura (endurecimento) (Gonçalves *et al.* 2006).

A maioria dos trabalhos que investigaram a composição nutricional e antinutricional de frutos foram realizados com espécies de interesse comercial e econômico (Clemente & Pastore 1998, Silva & Silva 1999; 2000; Oliveira Junior *et al.* 2003; Laurenti & Clemente 2005; Cavalcanti *et al.* 2006; Corrêa *et al.* 2007; Silva *et al.* 2007). Trabalhos que correlacionam preferências alimentares e análise nutricional dos alimentos consumidos por morcegos são escassos e a maioria inclui apenas frutos maduros (Morrison, 1980; August 1981; Herbst 1986; Baker *et al.* 1998; Herrera 1999; Wendein *et al.* 2000; Lima & Reis 2004). Assim, este estudo visa quantificar metabólitos nutricionais (proteínas, carboidratos e lipídeos), o conteúdo de água e alguns compostos que podem atuar como antinutricionais (fenóis totais, taninos e peroxidases) em frutos maduros e imaturos de espécies vegetais nativas do Pantanal consumidas por morcegos.

II. Objetivos

Objetivo Geral

Avaliar a composição nutricional e antinutricional de frutos em diferentes estágios de maturação que são consumidos por morcegos no Pantanal.

Objetivos Específicos

- Avaliar o conteúdo de água, açúcares totais, açúcares redutores, proteínas e lipídeos totais de frutos maduros e imaturos consumidos por morcegos no Pantanal do Miranda, Corumbá, Mato Grosso do Sul.
- Quantificar o conteúdo de fenóis totais e taninos e avaliar a atividade da enzima peroxidase s mesmos frutos citados acima.

Referências Bibliográficas

- Adámoli, J. 1986. A dinâmica das inundações no Pantanal. Pp. 51-62. In: **Anais do I Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal**. EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Brasília.
- August, P.V. 1981. Fig Fruit Consumption and Seed Dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. **Biotropica** **13(2)**: 70-76.
- Baker, H.G.; Baker, I. & Hodges, S.A. 1998. Sugar composition of nectars and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. **Biotropica** **30 (4)**: 559-586.
- Bernard, E. 2003. Ecos na escuridão: o fascinante sistema de orientação dos morcegos. **Ciência Hoje** **32**: 14 - 20.
- Bianconi, G.B.; Mikich, S.B.; Teixeira, S.D. & Maia, B.H.L.N.S. 2007. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: A potential tool for forest restoration. **Biotrópica** **39(1)**: 136-140.
- Brady, C.J. 1987. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology** **38**: 155-178.
- Camargo, G. 2003. Riqueza e Diversidade de Morcegos (Chiroptera, Mamalia) no Pantanal Miranda-Abobral, Mato Grosso do Sul. **Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação**, UFMS, Campo Grande, MS.
- Casella, J. 2006. Dieta e frugivoria por marsupiais didelfídeos em uma floresta estacional semidecidual no Parque Nacional do Iguçu, Paraná, Brasil. **Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação**, UFMS, Campo Grande, MS.
- Cavalcanti, F.B.; Resende, M.J.V.; Pereira, R.B.; Costa, J.C.B. & Carvalho, C.P. 2006. Atividades de quitinase e beta-1,3-glucanase após eliciação das defesas do tomateiro contra a mancha bacteriana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **41 (12)**: 1721-1730.
- Cipollini, M.L. & Levey, D.J. 1997. Secondary metabolites of fleshy vertebrate-dispersed fruits: adaptive hypotheses and implications for seed dispersal. **American Naturalist** **150**: 346–372.
- Clemente, E.; Pastore, G. M. 1998. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos** **32(2)**: 167-171.
- Coates-Estrada R. & Estrada A. 1986. Fruiting and Frugivores at a Strangler Fig in the Tropical Rain Forest of Los Tuxtlas, México. **Journal of Tropical Ecology** **2(4)**: 349-357.
- Corrêa, M.O.G.; Pinto, D.D. & Ono, E.O. 2007. Análise da atividade respiratória em frutos de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**. **5(2)**: 831-833
- Corlett, R. T. 1996. Characteristics of vertebrate-dispersed fruits in Hong Kong. **Journal of Tropical Ecology** **12**: 819–833.
- Croteau, R.; Kutchan, T.M. & Lewis, N.G. 2000. In. Buchanan, B.; Grissem, W. & Jones, R. (ed.). **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Eds. American Society of Plant Physiologists, Chapter 24. Natural Products (Secondary Metabolites).
- Cunha, C.N. & Junk, W. J. 1996. Composição florística de capões e cordilheiras: localização das espécies lenhosas quanto ao gradiente de inundação no Pantanal de Poconé, M.T. - Brasil. In: **Anais Do II Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socio-Econômicos Do Pantanal. Manejo e Conservação**. Corumbá, Embrapa Pantanal.
- Damasceno-Junior, G.A.; Bezerra, M.A.O.; Bortolotto, I. & Pott, A. 1999. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. In: Anais do II Simpósio sobre recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal — Manejo e Conservação. CPAP Embrapa & UFMS, Corumbá, p. 203-214.
- Damasceno-Júnior, G.A.; Semir, J.; Santos, F.A.M.; Leitão-Filho, H.F. 2005. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguay, Pantanal, Brazil. **Flora** **200**: 119–135.

- Dearing, M.D.; Foley, W.J. & McLean, S. 2005. The influence of plant secondary metabolites on the nutritional ecology of herbivorous terrestrial vertebrates. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics** **36**: 169-189.
- Dempsey, J.L. 1998. Recent advances in fruit bat nutrition. Pp. 354-360 In: Fowler, M.E. and R.E. Miller (eds.). **Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy 4**. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA.
- Dicke, M. & Hilker, M. 2003. Induced plant defences: from molecular biology to evolutionary ecology. **Basic and Applied Ecology** **4**: 3-14
- Fabián, M.E.; Rui, A.M. & Waechter J.L. 2008. Plantas utilizadas como alimentos por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. Pp. 51-70. In: Reis, N.R dos; Peracchi, A.L.; Santos, G.A.S.D.dos; (ed.). **Ecologia de Morcegos**. Ed. Technical books. 148p.
- Figueiredo, R.A. de & Sazima, M. 2000. Pollination Biology of Piperaceae Species in Southeastern Brazil. **Annals of Botany** **85**: 455-460.
- Fischer E. 1992. Foraging of nectarivorous bats on *Bauhinia unguolata*. **Biotropica**. **24**:579-582.
- Fleming, T.H. 1987. Fruit bats: prime movers of tropical seeds. **Bat Conservation International** **5** (3): 3-8.
- Fleming, T.H. & Sosa, V.J. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. **Journal of Mammalogy** **75**(4): 845-851.
- Foley, W.J. & Moore, B.D. 2005. Plant secondary metabolites and vertebrate herbivores – from physiological regulation to ecosystem function. **Current Opinion in Plant Biology** **8**(4): 430-435.
- Francener, S.M.C. 2006. Análise nutricional dos frutos de *Piper*, *Solanum* e *Ficus* e sua importância na dieta dos morcegos. **Dissertação de Mestrado em Química**, UFPR, Curitiba, PR.
- Frenkel, C. 1972. Involvement of Peroxidase and Indole-3-acetic Acid Oxidase Isozymes from Pear, Tomato, and Blueberry Fruit in Ripening. **Plant Physiology** **49**: 757-763.
- Gonçalves, C.A.; Lima, L.C de O.; Lopes, P.S.N. & Prado, M.E.T. 2006. Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** **26**(1): 220-229.
- Gonçalves, F.; Munin, R.; Costa, P. & Fischer, E. 2007. Feeding habits of *Noctilio albiventris* (Noctilionidae) bats in the Pantanal, Brazil. **Acta Chiropterologica**, **9**(2): 535-538.
- Harbone, J. 1997. Secondary metabolism. Pp. 132-155. In: Crawley, M.J. (ed.). **Plant Ecology**. Blackwell Publishing. 715p.
- Harbone, J. 2001. Twenty-five years of chemical ecology. **Natural Product Reports** **18**: 61 – 379.
- Herbst, L.H. 1986. The role of nitrogen from fruit pulp in the nutrition of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Biotropica** **18**: 39-44.
- Hernández, P.R.; Stoner, K.E. & Lucas, P.W. 2003. The sugar composition of fruits in the diet of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in tropical humid forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** **19**: 709-716.
- Herrera, C. M. 1987. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula, as study of fruit characteristics. **Ecological Monographs** **57**:305-331.
- Herrera, L.G.M. 1999. Preferences for different sugar in neotropical nectarivorous and frugivorous bats. **Journal of Mammalogy**, **80** (2): 683-688.
- Iason G. 2005. The role of plant secondary metabolites in mammalian herbivory: ecological perspectives. **Proceedings of the Nutrition Society** (**64**): 123-131.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist** **104**: 501-528.
- Janzen, D. H. 1979. How to be a fig. **Annual Review of Ecology and Systematics** **10**: 13-51.
- Johal, G.S.; Gray, I.; Gruis, D. & Briggs, S.P. 1995. Convergent insights into mechanisms determining disease and resistance response in plant-fungal interactions. **Canadian Journal of Botany** **73** (1): 468-474.

- Jordano, P. 1999. Fruits and frugivory. Pp 105-156 In: M. Fenner (ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, Commonwealth Agricultural Bureau International.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A. & Silva, W.R. 2006. Ligando Frugivoria e Dispersão de sementes à biologia da conservação. Pp. 411-436, In: Duarte, C.F.; Bergallo, H.G.; Dos Santos, M.A.; & V a, A.E. (eds.). **Essências da Biologia da Conservação**. Editorial Rima, São Paulo, Brasil.
- Ko, I.W.P.; Corlett, R.T. & Xu, R.J. 1998. Sugar composition of wild fruits in Hong Kong, China. **Journal of Tropical Ecology** **14**:381–387.
- Kunz, T. H. & Diaz, C. A. 1995. Folivory in fruit bats with new evidence from *Aritbeus jamaicensis*. **Biotropica** **27**: 106-120.
- Laska, M. 1990. Food transit times and carbohydrate use in three Phyllostomid bat species. **Zeitschrift für Säugetierkunde** **55**: 49–54.
- Laurenti, C. & Clemente, E. 2005. Avaliação da atividade da peroxidase em carambola (*Oxalidacia averrhoa*) em diferentes estádios de maturação. **Acta Scientiarum. Agronomy** **27(1)**: 159-163.
- Levin, D.A. 1976. The Chemical Defenses of Plants to Pathogens and Herbivores. **Annual Review of Ecology and Systematics** **7**: 121-159.
- Lima, I.P. & Reis, N.R. 2004. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21(2)**: 371-377.
- Lobova, T.A.; Mori, S.A.; Blanchard, F.; Peckham, H. & Charles-Dominique, P. 2003. *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. **American Journal of Botany** **90(3)**: 388-403.
- Luíz, RC.; Hirata, T.A.M. & Clemente, E. 2007. Cinética de inativação da polifenoloxidase e peroxidase de abacate (*Persea americana* MILL.). **Ciência e agrotecnologia** **31(6)**: 1766-1773.
- Margis-Pinheiro, M.; Sandroni, M.; Lummerzheim, M. & Oliveira, D.E. 1999. A defesa das plantas contra as doenças. **Ciência Hoje** **25(147)**: 24-31.
- Marinho-Filho, J. 2001. The coexistence of two frugivorous bat species and phenology of their food plant in Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **7**: 59-67.
- Marinho-Filho, J. & Sazima, I. 1998. Brazilian bats and conservation biology: A first survey. Pp 282-294. In: Kunz, T. H. & Racey, P. A. (eds.) **Bat Biology and Conservation**. Smithsonian Institution Press.
- Marques, M.R. & Xavier-Filho, J. 1991. Enzymatic and inhibitory activities of cashew tree gum exudate. **Phytochem.** **30 (5)**: 1431-1433.
- Medellin, R. A. & Gaona, O. 1999. Seed dispersal bats and birds in forests and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. **Biotropica** **31**: 478-485.
- Monteiro, J.M.; Albuquerque, U.P.; Araujo, E.L. & Amorim, E.L.C. 2005. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova** **28(5)**: 892-896.
- Morrison, D.W. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. **Oecologia** **45**: 270-273.
- Mosolov V.V.; Grigor'eva, L.I. & Valueva, T.A. 2001. Involvement of proteolytic enzymes and their inhibitors in plant protection. **Applied Biochemistry and Microbiology** **37(2)**: 115-123.
- Munin, R. 2008. Nicho trófico de morcegos filostomídeos no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação, UFMS, Campo Grande, MS**.
- Muscarella, R. & Fleming, T.H. 2007. The Role of Frugivorous Bats in Tropical Forest Succession. **Biological Reviews** **82(4)**: 573-590.

- Nelson, S. L.; Miller, M.A.; Heske, E.J. & Fahey, G.C. 2000. Nutritional quality of leaves and unripe fruit consumed as famine foods by the flying foxes of Samoa. **Pacific Science** **54**: 301-311.
- Nelson, S.; Kunz, T.H. & Humphrey, S.R. 2005. Folivory in fruit bats: leaves provide a natural source of calcium. **Journal of Chemical Ecology** **31(8)**: 1683-1691.
- Oliveira Junior, E.N.; Santos, C.D. Dos; Abreu, C.M.P. De; Corrêa A.D. & Santos J.Z.L. 2003. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento, **Ciência e agrotecnologia** **27(4)**: 846-851.
- Passos, F.C. & Graciolli, G. 2004. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21 (3)**: 487-489.
- Passos, F.C.; Silva, W.R.; Pedro, W.A. & Bonin, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **20 (3)**: 511-517.
- Passos, J.G. & Passamani, M. 2003. *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Snata Teresa (ES). **Natureza on-line**. **1 (1)**: 1-6.
- Pilati, R.; Andrian, I.F., Carneiro, J.W.P. 1999. Desempenho germinativo de sementes de *Cecropia pachystachya* (Cecropiaceae), recuperadas do trato digestório de Doradidae, *Pterodoras granulosus*, da planície de inundação do alto rio Paraná. **Interciência**. **24**: 381-388.
- Pott A, Pott VJ. 1994. **Plantas do Pantanal**. Corumbá (Brasil): Editora EMBRAPA. 320 p.
- Prance, G.T. & Schaller, G. B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Brittonia** **34**: 228-251
- Ragusa-Netto J. 2004. Flowers, fruits, and the abundance of the Yellow-chevoned Parakeet (*Brotogeris chiriri*) at a gallery forest in the south Pantanal (Brazil). **Brazilian Journal of Biology** **64**:867-877.
- Reis, N.R. dos; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A. & Lima, I.P. de. 2007. **Morcegos do Brasil**. Londrina. Pp.253.
- Ruby, J.; Nathan, P.T.; Balasingh, J. & Kunz, T.H. 2000. Chemical composition of fruits and leaves eaten by the short-nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*. **Journal of Chemical Ecology** **26**: 2825-2841.
- Rieger, J.F. & Jacob, E.M. 1988. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. **Biotropica** **20**: 161-164.
- Sato, T.M.; Passos, F.C. & Nogueira, A.C. 2008, Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. **Papéis Avulsos de Zoologia** **48 (3)**: 19-26.
- Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry** **30**: 3875-3883.
- Schaefer, H.M.; Schmidt, V. & Winkler, H. 2003. Testing the defence trade-off hypothesis: how contents of nutrients and secondary compounds affect fruit removal. **Oikos** **102**: 318-328.
- Schnitzler, H.U.; Moss, C.F.; Denzinger, A. 2003. From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. **Trends in Ecology & Evolution** **18**: 386-394.
- Scott, I.M.; Jensen, H.R.; Philogène, B.J.R. & Arnason, J.T. 2008. A review of Piper spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochemistry Review** **7**: 65-75.
- Serio-Silva, J.C.; Rico-Gray, V.; Hernández-Salazar, L.T. & Espinosa-Gómez, R. 2002. Howler Monkeys, *Alouatta palliata mexicana*, Released on an Island in Southern Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology** **18(6)**: 913-928.
- Shanahan, M.; So, S.; Compton, S.G.; Corlett, R. 2001. Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. **Biological Reviews** **76**: 529-572.
- Shilton, L.A.; Altringham, J.D.; Compton, S.G. & Whittaker, R.J. 1999. Old World fruit bats can be long-distance seed dispersers through extended retention of viable seeds in the gut. **Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences** **266**: 219-223.

- Silva, J. & Abdon, M.M., 1988. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **33**:1703-1711.
- Silva, M.P.; Mauro, M.; Mourão, G. & Coutinho, M. 2000. Vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. **Revista Brasileira de Botânica** **23(2)**: 143-152.
- Silva, M.R. & Silva, M.A. 1999. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição** **12(1)**: 5-19.
- Silva, M.R. & Silva, M.A. 2000. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição** **13(1)**: 3-9.
- Silva, G.G.; Diniz, R.G. & Silva, M.E. 2007. Avaliação química do mamão papaia (*Carica papaya* L.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia** **3**: 1-7
- Soares, S. E. 2002. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição** **15(1)**: 71-81.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica Sistemática**. Editora: Instituto Plantarum de Estudos da Flora p. 640.
- Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. **Annual Review of Plant Physiology** **28**: 479-501.
- Teixeira, R.C.; Corrêa, C.E.; Fischer, E. 2009. Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **44(1)**: 7 - 15
- Thies, W.; Kalko, E.K.V. & Schnitzler, H.U. 1998. The roles of echolocation and olfaction in two neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. **Behavioral Ecology and Sociobiology** **42**: 397-409.
- Thies, W. & Kalko E.V. 2004. Phenology of Neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two shorttailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**. **104**:362-376.
- van der Pijl, L. 1982. **Principles of dispersal in higher plants**. NewYork: Springer Verlag.ED. Pp.862
- van Huystee, R.B. 1987. Some molecular aspects plant peroxidase biosynthetic studies **Annual Review of Plant Physiology** **38**: 205-219.
- Van Loon, L.C. 1997. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. **European Journal of Plant Pathology** **103**: 753-765.
- Van Loon, L.C.; Rep, M. & Pieterse, C.M.J. 2006. Significance of Inducible Defense related Proteins in Infected Plants. **Annual Review of Phytopathology** **44**:135-162
- Vasconsuelo, A. & Boland, R. 2007. Molecular aspects of the early stages of elicitation of secondary metabolites in plants. **Plant Science**. **172(5)**: 861-875.
- Wendelin, M.C.; Runkle, J.R. & Kalko, E.K.V. 2000. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica** **32(3)**: 489-501.
- Whittaker, R. & Jones, S.H. 1994. The Role of Frugivorous Bats and Birds in the rebuilding of a Tropical Forest Ecosystem, Krakatau, Indonesia. **Journal of Biogeography** **21(3)**: 245-258
- Witmer, M.C. 2001. Nutritional Interactions and Fruit Removal: Cedar Waxwing Consumption of *Viburnum opulus* Fruits in Spring **Ecology** **82(11)**: 3120-3130.
- Wranghan, R. W. & Waterman, P.G. 1983 Condensed Tannins in Fruits Eaten by Chimpanzees. **Biotropica** **15(3)**: 217-222.
- Xavier-Filho, J. & Campos, F.A.P. 1989. Proteinase inhibitors. Pp. 1-27 In: Cheek, P.R. (ed.) **Toxicants of plant origin**. CRC ed.
- Zanatta, C.L.; Zotarelli, M.F. & Clemente, E. 2006. Peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em polpa de goiaba (*Psidium guajava* R.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos** **26(3)**: 705-708.
- Zortea, M. & Mendes, S.L. 1993. Folivory in the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **9**:117-120.

Instrução aos autores

ACTA BOTANICA BRASILICA

Objetivo

A **Acta Botanica Brasilica**, publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Inglês ou Espanhol. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botânica Brasília

1. A **Acta Botanica Brasilica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).

3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.

4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).

5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.

6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

- **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resumen em Espanhol.

- **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

- **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

- **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5x23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsiccatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, *coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário)*.

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435 (SP)*.

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* (atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
..... 2. *S. orbicularis*
 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
..... 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o *itálico* e o **negrito** simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em *itálico*. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
- Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.
Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, **negrito**, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas**

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos recentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br, ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.

ARTIGO I

Avaliação Nutricional e Antinutricional de Frutos Consumidos Por Morcegos No Pantanal de Mato Grosso Do Sul, Brasil

Amanda Galdi Boaretto¹, Ana Eduarda Zulim de Carvalho², Alan Fredy Eriksson³, Erich Fischer⁴,
Maria Rita Marques⁵

¹ Pós Graduação em Biologia Vegetal, UFMS, Campo Grande-MS/
e-mail: amanda_boaretto@yahoo.com.br

² Graduação em Ciências Biológicas, UFMS, Campo Grande-MS.

³ Mestre em Ecologia e Conservação

⁴ Departamento de Biologia, UFMS, Campo Grande-MS.

⁵ Departamento de Morfofisiologia, UFMS, Campo Grande-MS.

Resumo

(Análise nutricional e antinutricional de frutos consumidos por morcegos no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil). A composição química dos frutos zoocóricos é um dos fatores que tendem a determinar padrões específicos de frugivoria. Este trabalho teve como objetivos quantificar os compostos nutricionais e potencialmente antinutricionais presentes nos frutos imaturos e maduros consumidos por morcegos no Pantanal. Foram coletados frutos de cinco espécies vegetais: *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), *Ficus pertusa* (Moraceae), *Ficus obtusifolia* (Moraceae), *Ficus luschnathiana* (Moraceae), *Piper angustifolium* (Piperaceae). Todas apresentaram cerca de 70% de água e não houve diferença no conteúdo de água entre frutos imaturos e maduros. A quantidade de carboidratos, tanto totais quanto redutores, foi maior em frutos maduros. A grande quantidade de açúcar redutor observada sugere que as espécies analisadas investem mais neste recurso como atrativo para dispersores. Já a concentração de proteínas totais foi relativamente baixa (menos de 1,5% do peso seco). O baixo teor de proteínas presentes nesses frutos pode ser a razão pela qual os morcegos complementem a dieta com outras partes da planta, néctar ou insetos. As espécies apresentaram cerca de 1 a 5% de lipídeos, exceto frutos maduros de *F. luschnathiana* que apresentaram 14,08% do peso seco em lipídeos, demonstrando que esta foi a espécie que mais investiu energia metabólica neste recurso, dentre as espécies estudadas. A porcentagem de compostos fenólicos e taninos foi maior em frutos imaturos; entretanto, todos os frutos apresentaram menos de 1,32% do peso seco em taninos, o que é considerado inócuo para mamíferos. A atividade específica das peroxidases variou entre as espécies analisadas e entre os diferentes estágios de maturação. Tal atividade pode estar relacionada com os mecanismos de defesa das espécies investigadas ou com os processos normais de maturação.

Palavras-chave: frugivoria, metabólitos primários, compostos fenólicos, taninos, peroxidases

Abstract

(Nutritional and antinutritional composition of fruits consumed by bats in the Pantanal in Mato Grosso do Sul, Brazil). The chemical composition of zoochoric fruits is one of the factors that tend to determine specific patterns of frugivory. The purpose of this study was to quantify nutritional and potentially antinutritional compounds available in ripe and unripe fruits consumed by bats in the southern portion of the Pantanal floodplain in Brazil. Fruits of five species were collected: *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), *Ficus pertusa* (Moraceae), *Ficus obtusifolia* (Moraceae), *Ficus luschnathiana* (Moraceae), and *Piper angustifolium* (Piperaceae). Water content was about 70% in all samples, irrespective of maturation stage. The amounts of both reducing and total carbohydrates were higher in ripe samples. The high amount of reducing sugars suggests that the plant species investigated invest more in this resource in order to attract dispersers. Total protein concentration was relatively low, accounting for less than 1.5% of dry weight. The low content of protein found in the fruits may explain why bats supplement their diet with nectar, other parts of the plant, or insects. Lipids accounted for 1%-5% of dry weight in most samples, but reached as much as 14.08% in ripe fruits of *F. luschnathiana*, the species found to invest more metabolic energy in this resource. The percentages of phenolic compounds and tannins were higher in unripe fruits, but in all samples, whether ripe or unripe, tannin levels were lower than 1.32% of dry weight—an innocuous level for mammals. The specific activities of peroxidases varied across species and between maturation stages. These activities are possibly related to defense mechanisms of the species investigated or to normal mechanisms of maturation.

Keywords: frugivory, primary metabolites, phenolic compounds, tannins, peroxidases

Introdução

Os morcegos neotropicais pertencem à subordem Microchiroptera e incluem espécies da família Phyllostomidae, que é a única da subordem com representantes frugívoros (Reis *et al.* 2007). Além de frutos, os representantes desta família podem consumir pólen, néctar, folhas, artrópodos, vertebrados e sangue (Fischer 1992; Zortea & Mendes 1993; Kunz & Diaz 1995; Ruby *et al.* 2000; Nelson *et al.* 2000, 2005; Lobova *et al.* 2003; Passos & Passamani 2003; Passos *et al.* 2003; Passos & Graciolli, 2004; Bianconi *et al.* 2007; Reis *et al.* 2007; Fabián *et al.* 2008; Sato *et al.* 2008; Teixeira *et al.* 2009). Os morcegos frugívoros são capazes de consumir várias espécies vegetais e dispersar grandes quantidades de sementes participando do sucesso reprodutivo das plantas consumidas. Além disso, esses animais são abundantes em áreas tropicais e geralmente voam em áreas abertas percorrendo grandes distâncias e vários tipos de habitats contribuindo diretamente para regeneração e colonização de áreas degradadas (Whittaker & Jones 1994; Shilton *et al.* 1999; Lobova *et al.* 2003; Passos *et al.* 2003; Jordano *et al.* 2006; Bianconi *et al.* 2007; Fabián *et al.* 2008).

Os frutos consumidos por morcegos geralmente apresentam uma série de características tais como: porção comestível macia, coloração discreta (mesmo quando maduro), odor forte e exposição na parte externa da planta para facilitar a apreensão em voo (van der Pijl 1982; Fabián *et al.* 2008). As espécies vegetais preferencialmente consumidas pelos morcegos neotropicais são principalmente plantas dos gêneros *Ficus* (Moraceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Piper* (Piperaceae) e *Solanum* (Solanaceae) (Morrison, 1980; Herbst 1986; Marinho-Filho 1991; Wendein *et al.* 2000; Lobova *et al.* 2003; Passos *et al.*, 2003; Passos & Passamani, 2003; Teixeira *et al.* 2009). Estudos feitos com morcegos frugívoros demonstraram que o consumo de *Ficus*, *Cecropia* e *Piper* é comum no Pantanal (Munin 2008, dados não publicados; Teixeira *et al.* 2009). O estudo da dieta de filostomídeos no Pantanal da Nhecolândia indicou que as espécies de frutos mais freqüentes nas fezes foram *Ficus* sp., seguida por *Cecropia pachystachya* e *Piper tuberculatum*. Teixeira *et al.* (2009) registraram que a espécie mais freqüente nas fezes de *A. jamaicensis* no Pantanal do Miranda foi *Ficus pertusa*, seguida por *Banara arguta* e *C. pachystachya*.

Além da disponibilidade dos recursos, outro fator que influencia a seleção de itens alimentares por animais é a composição nutricional dos frutos (Herrera, 1987, Jordano 1999; Schaefer *et al.* 2003, Lima & Reis 2004, Dempsey 1998; Fabián *et al.* 2008). A quantidade e a qualidade de nutrientes, tais como proteínas, lipídeos e açúcares podem influenciar o consumo dos frutos e determinar o tipo de dispersor (Jordano 1999). Os frutos consumidos por morcegos geralmente apresentam elevada concentração de água e açúcares, enquanto lipídeos e proteínas são encontrados em menor quantidade (Morrison 1980; Wendein *et al.* 2000). Também são caracterizados por possuírem maior porcentagem de glicose e frutose ao invés de sacarose (Baker *et al.* 1998). A baixa disponibilidade protéica contida nestes frutos pode ser um dos fatores que levam os morcegos frugívoros a complementarem sua dieta com outros itens (Morrison 1980; Kunz & Diaz 1995; Fabián *et al.* 2008). No Pantanal, é relatado que esses animais

ingerem outros tipos de recursos, mesmo quando a disponibilidade de frutos é elevada (Munin 2008, dados não publicados, Teixeira *et al.* 2009).

Além dos compostos essenciais, as plantas produzem compostos de defesa que podem influenciar diretamente a qualidade do alimento (Cipollini & Levey 1997; Witmer 2001; Schaefer *et al.* 2003; Dearing *et al.* 2005; Foley & Moore 2005). Dentre os metabólitos secundários, os compostos fenólicos são uma das classes mais importantes no mecanismo de defesa de plantas, tanto na resistência constitutiva quanto na induzida (Levin 1976, Harbone 1997). Além de participar da defesa, alguns fenóis participam do sabor, cor e odor dos alimentos. A ingestão destes compostos também podem trazer benefícios à saúde animal atuando como agentes antioxidantes participando da neutralização ou seqüestro de radicais livres (Silva & Silva 1999; Soares 2002; Ianson 2005).

Uma classe de polifenóis muito comum em plantas são os taninos. Estes compostos participam da defesa de plantas e, além disto, são responsáveis pela adstringência de muitos frutos, influenciando a escolha destes alimentos. Também possuem a capacidade de interagir de forma irreversível com proteínas tornando-as bioindisponíveis (Swain 1977; Harbone 1997, 2001; Silva & Silva 1999; Monteiro *et al.* 2005). Na forma não oxidada, os taninos reagem com as proteínas através de pontes de hidrogênio e/ou ligações hidrofóbicas. Quando oxidados, os taninos são convertidos a quinonas, as quais formam ligações covalentes com alguns grupos funcionais das proteínas, tornando-as bioindisponíveis (Silva & Silva 1999, Monteiro *et al.* 2005). A ingestão de taninos pelos animais pode causar um aumento da excreção de nitrogênio e a redução do crescimento e desenvolvimento (Silva & Silva, 1999; Foley & Moore, 2005).

Algumas enzimas participam do mecanismo de defesa de plantas, dentre elas, as peroxidases estão diretamente ligadas à síntese de fenóis, taninos; participam do espessamento da parede celular pela deposição de lignina e também atuam na oxidação de fenóis a quinonas que são mais tóxicas ao organismo invasor (van Huystee 1987; Van Loon 1997). Quando a planta é submetida a algum tipo de estresse biótico ou abiótico, geralmente ocorre um aumento na atividade peroxidásica, desencadeando vários processos de defesa (Levin 1976; Van Loon 1997). Além disto, esta enzima também participa de vários processos fisiológicos como o amadurecimento dos frutos e pode sofrer um aumento da sua atividade ao longo da maturação (Frenkel 1972; Corrêa *et al.* 2007). A diversidade de funções apresentada pelas peroxidases pode ser explicada pelo elevado número de isoenzimas que podem ocorrer numa mesma planta, com propriedades cinéticas, mecanismos de regulação e localização celular altamente específicos (van Huystee 1987).

Estudos da composição nutricional e antinutricional de espécies silvestres geralmente trazem dados somente de frutos maduros (Morrison, 1980; August 1981; Baker *et al.* 1998; Herrera 1999; Wendein *et al.* 2000; Lima & Reis 2004). Assim, este estudo visa quantificar o conteúdo de água, metabólitos nutricionais (proteínas, carboidratos e lipídeos) e alguns compostos que podem atuar como antinutricionais (fenóis totais e taninos e peroxidases) em frutos maduros e imaturos de espécies nativas do Pantanal consumidas por morcegos.

Material e Métodos

Local de Estudo - As coletas foram realizadas na Base de Estudos do Pantanal (BEP) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). A BEP - UFMS está localizada a uma altitude de 110 metros entre as coordenadas 19°34'37"S e 57°00'42"O. na Região do Passo do Lontra, Pantanal do Miranda, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. O Pantanal é uma planície sedimentar com cerca de 140.000 km², onde a paisagem é determinada, principalmente, pelos pulsos anuais de cheia e vazante (Adámoli 1986). A vegetação é composta por campos de gramíneas, formações florestais e vegetação aquática (Prance & Schaller 1982, Pott & Pott 1994). A sub-região do Miranda apresenta campos inundáveis, capões, baías, matas ciliares, campos com vazante, corixos e caixas de empréstimos que formam “lagos” à beira da estrada. O clima é do tipo Aw, de acordo com o sistema de Köppen (1948), com inverno seco e verão chuvoso. O período seco ocorre de abril a outubro e a estação chuvosa se estende de novembro a março, sendo que o pico de inundação geralmente ocorre de janeiro a março. (Ragusa Netto & Fecchio, 2006).

Coleta de material vegetal – Em uma mesma planta foram coletados frutos maduros e imaturos de 34 indivíduos, totalizando 78 amostras de cinco espécies vegetais que são consumidas por morcegos no Pantanal de Mato Grosso do Sul. Foram coletados frutos maduros e imaturos de 25 indivíduos de *Cecropia pachystachya* Trec. (Urticaceae) (n=50, sendo 25 amostras de frutos maduros e 25 de frutos imaturos), cinco indivíduos de *Ficus pertusa* L. (Moraceae) (n=10), um indivíduo de *Ficus obtusifolia* (Miq.) Miq. (Moraceae) (n=2), um indivíduo de *Ficus luschnathiana* (Miq.) Miq. (Moraceae) (n=2), e dois indivíduos de *Piper angustifolium* R. e P. (Piperaceae) (n=4). Os frutos foram coletados nos meses de dezembro de 2007, janeiro e fevereiro de 2008, isto é, apenas no período chuvoso, que é também o período com maior disponibilidade de frutos. Algumas espécies vegetais que só dispunham de frutos imaturos foram ensacadas, entretanto, por causa do elevado índice de chuvas e do longo intervalo entre as coletas (cerca de um mês) nem sempre foi possível coletar os frutos anteriormente ensacados.

Os ramos foram coletados com tesoura de poda ou podão, acondicionados em sacos plásticos individuais e depositados em isopor contendo gelo, para preservar as propriedades químicas. A separação dos frutos imaturos e maduros foi feita com base na coloração e textura dos mesmos. No Laboratório de Bioquímica da UFMS os frutos foram acondicionados a -18°C até o momento dos experimentos. Também foram coletados ramos com flores e/ou frutos para exsiccatas, posteriormente depositadas como material-testemunho no Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CGMS).

Determinação do conteúdo de água - Amostras dos frutos frescos (triplicata) foram pesadas em balança analítica e submetidas à secagem a 70°C em estufa por sete dias ou até estabilização do peso para determinação da matéria seca (utilizada nas dosagens de lipídeos) e do conteúdo de água.

Preparação dos extratos – Cerca de 10 gramas de frutos foram macerados em almofariz com tampão fosfato de sódio 0,5M, pH 7,0, sob banho de gelo, na proporção de 4mL de tampão por grama de material vegetal. Em seguida, os macerados foram submetidos à agitação em agitador magnético, à 18°C, por 60 minutos e centrifugados (centrífuga MR1812) a 8.000 rpm por 20 minutos a 5°C. O sobrenadante foi recolhido e utilizado como extrato bruto para as dosagens descritas a seguir (exceto para lipídeos, fenol total e taninos), sendo o precipitado descartado. Para cada indivíduo coletado foi feito um extrato com frutos maduros e outro com frutos imaturos.

Análises bioquímicas

Lipídeos – Amostras desidratadas (Triplicatas) de frutos foram extraídas com éter de petróleo em Soxhlet, por 6 horas. O solvente foi evaporado em estufa a 105°C e resfriado em dessecador. O material resultante foi pesado e utilizado para cálculo da concentração de lipídeos totais (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

Proteínas - A concentração de proteínas solúveis foi determinada utilizando-se a metodologia descrita por Bradford (1976). Como padrão utilizou-se albumina sérica bovina (BSA). As análises foram feitas em triplicata e a leitura da absorbância foi feita a 595 nm em espectrofotometro Plus 700 da FEMTO e centrífuga MR1812.

Açúcares Redutores - Para determinação do conteúdo de açúcares redutores, foi empregado o método descrito por Somogyi e Nelson (Somogyi, 1945). A concentração de açúcares redutores foi obtida pela comparação com uma curva padrão de glucose. Foram registradas as absorbâncias em 520 nm. Todas as dosagens foram feitas em triplicata.

Açúcar Total - O conteúdo de açúcar total foi determinado pelo método fenol-sulfúrico (Dubois *et al.*, 1956) modificado. Utilizou-se fenol 1%. A quantificação de açúcar total foi feita comparando-se com uma curva padrão de glucose, cujas concentrações variaram entre 9 e 144 µg.mL. As análises foram feitas em triplicata e a leitura da absorbância foi realizada a 490 nm.

Extração e quantificação de fenóis totais e taninos – em alíquotas de 500mg de material vegetal macerado em almofariz foram adicionados 5 mL de metanol 50%. Este material foi colocado sob refluxo até o início da fervura e filtrado em papel de filtro. Esse procedimento foi repetido três vezes para cada amostra e ao final completou-se com água destilada até o volume de 25 mL. Este material foi utilizado como extrato bruto nas dosagens de fenóis totais e taninos (Santos e Blatt 1998). Os compostos fenólicos foram quantificados segundo o método de Folin-Dennis. (Swain e Hillis 1959). Para determinação do

conteúdo de taninos, 5 mL do extrato bruto foi tratado com 50 mg de pó de pele (“Hide powder” Slightly Cromatid) durante 30 minutos, sob agitação. Este material foi centrifugado e utilizado no teste de fenóis descrito por Swain e Hillis (1959). A diferença entre o conteúdo de fenóis totais das amostras sem pó de pele e das mesmas amostras tratadas com pó de pele, representa o conteúdo de taninos, isto é, o total de compostos fenólicos que reagiu com as proteínas do pó de pele (tanantes).

Atividade peroxidásica - Foi determinada pela metodologia descrita por Pütter (1974). Foram realizados ensaios em pH 7,0 (tampão fosfato de sódio 0,05M) e pH 5,0 (tampão acetato 0,05 M), com o intuito de verificar a presença de peroxidases neutras e ácidas, respectivamente. O sistema de reação foi composto por 0,96 mL de solução tampão e extrato bruto, 20 µL de pirogalol 0,1 M como substrato e 20 µL de H₂O₂, 0,1 M. O extrato bruto foi incorporado ao sistema de reação após este ter passado 5 minutos em banho-maria. A reação ocorreu a 30°C durante 15 minutos e foi interrompida com a adição de 100 µL de H₂SO₄. Os controles continham todos os reagentes, exceto o extrato enzimático bruto. As dosagens foram feitas em triplicata e a leitura em 470 nm de absorbância. A atividade enzimática foi expressa em unidades de atividade enzimática (UAE), onde uma unidade corresponde, arbitrariamente, a uma diferença de 0,001 de absorbância.minuto⁻¹.g de matéria seca⁻¹ (atividade total). A atividade específica foi expressa com UAE.g de proteína total⁻¹ (Gray *et al.*, 1996).

Análise de dados – Nas duas espécies vegetais com maior número de indivíduos coletados (*Cecropia pachystachya* e *Ficus pertusa*) foram realizados testes de média para verificar se as quantidades dos compostos variaram significativamente entre frutos maduros e imaturos. Quando houve normalidade e homogeneidade das variâncias foi feito o teste t de student (t) e para as variáveis sem distribuição normal e homogeneidade das variâncias foi realizado o teste de Mann-Whitney (U). Em *C. pachystachya* as únicas variáveis que apresentaram distribuição normal foram água e lipídeos. As variáveis de *F. pertusa* que não apresentaram distribuição normal foram açúcar total e açúcar redutor. As análises foram feitas com auxílio do pacote estatístico Systat[®] versão 12.0.

Para verificar o gradiente de variação das amostras pelos compostos água, açúcar total, açúcar redutor, proteína, tanino, fenol, atividade específica da peroxidase em pH 7,0 e pH 5,0 foram realizadas ordenações tipo Escalonamento Multidimensional Monotônico (MDS). A variável lipídio foi excluída das ordenações, pois não foi possível obter seu valor para todas amostras. As ordenações foram feitas apenas para as duas espécies mais abundantes, *Cecropia pachystachya* e *Ficus pertusa*. Por fim, foi testado se a configuração das ordenações foi separada por grupo de frutos imaturos e grupo de frutos maduros. Para isso, foi realizado o teste do traço de Pillai (“Pillai-trace”), onde os eixos do escalonamento foram as variáveis dependentes e o estágio de maturação dos frutos a variável independente.

Resultados

Conteúdo de água

Foram analisados frutos maduros e imaturos de cinco espécies vegetais (Apendix 1). As espécies vegetais analisadas apresentaram cerca de 70% de água (Fig. 01) e não houve diferenças significativas entre frutos maduros e imaturos de *F. pertusa* (Fig. 02) e *C. pachystachya* (Fig. 03).

Açúcares Totais e Açúcares Redutores

Dentre os metabólitos primários, os açúcares foram os nutrientes mais abundantes. Frutos maduros apresentaram valores percentuais superiores a 20% do peso seco, exceto nos frutos da espécie *F. luschnathiana* (Fig. 04 e 05). Frutos maduros de *P. angustifolium* obtiveram os maiores valores percentuais tanto para açúcares totais (62,77% do peso seco) quanto para açúcares redutores (47,06% do peso seco). O menor valor percentual foi encontrado nos frutos de *F. luschnathiana*, em ambos os estágios de maturação, sendo que os frutos maduros apresentaram 16,41% de açúcares totais e 6,75% açúcares redutores e os frutos imaturos 4,34% e 2,57% respectivamente. A quantidade de açúcares totais e redutores foi significativamente diferente entre frutos imaturos e maduros de *F. pertusa* (Fig. 02) e *C. pachystachya* (Fig. 03).

Proteínas

Os frutos apresentaram baixa quantidade de proteínas (menos que 1% do peso seco) (Fig. 06). O maior valor percentual para a concentração de proteínas em frutos maduros foi encontrado em *P. angustifolium* (0,70% do peso seco) (Fig. 06). Em frutos imaturos, o maior valor foi registrado para *C. pachystachya* (0,99% do peso seco), que apresentou diferenças significativas na concentração de proteínas, sendo que em frutos imaturos o valor de proteína foi quase quatro vezes maior do que em frutos maduros (Fig 03 e 06). As espécies de *Ficus* apresentaram baixa concentração destes metabólitos e a espécie *F. pertusa* não mostrou diferenças significativas na quantidade protéica entre os frutos em diferentes graus de maturação (Fig. 02 e 06).

Lipídeos

Em frutos imaturos o maior valor percentual foi encontrado em *P. angustifolium* e frutos maduros de *F. luschnathiana* apresentou o maior valor percentual e em frutos imaturos este composto não foi quantificado (Fig.07). Frutos imaturos e maduros de *C. pachystachya* não apresentaram diferenças significativas na concentração de lipídeos (Fig. 03).

Fenol total e taninos

A espécie com maior porcentagem de fenóis totais por peso seco foi *C. pachystachya*, tanto em frutos imaturos (6,54% do peso seco) quanto em frutos maduros (3,5% do peso seco) e houve diferenças

significativas na concentração destes compostos entre os frutos imaturos e maduros (Apendix 2; Fig.03 e 08). A espécie com a menor concentração foi *F. obtusifolia* (0,80% em frutos imaturos e 0,43% em frutos maduros). *Ficus pertusa* não apresentou diferenças significativas entre os frutos imaturos e maduros (Fig.02).

A porcentagem de taninos foi menor que 1,32% do peso seco (Tab.02 e Fig.08). sendo que frutos maduros de *F. obtusifolia* não foi detectada a presença destes compostos (0%). Não houve diferenças significativas entre os frutos imaturos e maduros de *F. pertusa* e *C. pachystachya* (Fig. 02 e 03).

Peroxidases

Foram obtidos dados sobre a atividade específica da peroxidase em meio ácido (pH=5,0) e neutro (pH=7,0) (Apendix 03). O maior valor da atividade específica da peroxidase neutra (pH=7,0) em frutos imaturos foi registrado em *F. luschnathiana* (615,64 UAE. g prot⁻¹) e o menor em *P. angustifolium* (198,50 UAE. g prot⁻¹). Em frutos maduros o maior valor percentual foi registrado para *F. obtusifolia* (1.089,27 UAE. g prot⁻¹) e o menor em *P. angustifolium* (190,85 UAE. g prot⁻¹) (Tab.03 e Fig.09).

O maior valor da atividade específica da isoenzima ácida (pH=5,0) em frutos imaturos foi observado para *F. pertusa* e em frutos maduros para *F. obtusifolia*. Os menores valores foram observados em frutos maduros e imaturos e *P. angustifolium* (Fig.09). Não houve diferenças significativas na atividade específica entre frutos maduros e imaturos de *F. pertusa* (Fig. 02). *Cecropia pachystachya* apresentou diferença significativa entre os frutos maduros e imaturos em pH=5,0, mas não em pH=7,0 (Fig. 03).

Frutos Imaturos x Frutos Maduros

Foram encontradas diferenças significativas entre frutos maduros e imaturos de *C. pachystachya* (Pillai-trace = 0,586, F = 33,26 df = 2, 47, p<0,001) e *F. pertusa* (Pillai-trace = 0,847, F = 19,311 df = 2, 7, p=0,001). A ordenação (Escalonamento Multidimensional Monotônico) utilizada para testar a diferença entre frutos imaturos e maduros pelos compostos água, açúcar total, açúcar redutor, proteína, tanino, fenol total e atividade específica da peroxidase em pH=7,0 e pH=5,0 demonstrou que houve separação para frutos maduros e imaturos de *C. pachystachya* (Fig. 09) e de *F. pertusa* (Fig.10).

Discussão

Espécies coletadas

As análises com frutos imaturos e maduros foi feita para verificar as possíveis diferenças na composição e concentração de metabólitos nutricionais e antinutricionais. É relatado que os morcegos selecionam frutos maduros ao invés de frutos imaturos (August 1981; Lima & Reis 2004). August (1981) observou um aumento na atividade de *A. jamaicensis* em figueiras com elevada disponibilidade de frutos maduros. Entretanto, quando ocorre escassez de recursos esses animais podem ingerir frutos imaturos e

outras partes da planta (ex. folhas) (Nelson *et al.* 2000,2005; Schaefer *et al.* 2003). Um estudo realizado por Nelson *et al.* (2000) registrou o consumo de folhas e frutos imaturos por duas espécies da família Pteropodidae (*Pteropus samoensis* e *P. tonganus*), principalmente na estação seca ou após eventos estocásticos, quando os recursos são escassos.

Água

Frutos consumidos por morcegos geralmente apresentam grandes quantidades de água (Morrison 1980; Laska, 1990; Wendein *et al.* 2000; Francener 2006). Dentre as espécies vegetais analisadas neste estudo todas possuem mais de 65% de água, confirmando que esses alimentos são hidratantes. Alguns autores sugerem que ao ingerir frutos ricos em água, os morcegos não precisam buscar este recurso em outras fontes (Morrison 1980; Dempsey 1998). Não houve diferença na quantidade de água nos frutos em diferentes estágios de maturação, demonstrando que a água não é um fator decisivo na escolha de frutos maduros. Estudos realizados com morcegos frugívoros demonstraram que a quantidade mínima de água que deve ser ingerida pode variar de acordo com a espécie do morcego, temperatura, umidade do ar, disponibilidade de recursos, entre outros. Porém, a maior parte da ingestão de água desses animais provém dos frutos que são ricos neste recurso (Morrison 1980; Laska 1990; Corllet 1996; Dempsey 1998). Por exemplo: ao ingerir cerca de 85 gramas de *Ficus*, o morcego frugívoro *A. jamaicensis* extrai cerca de 43 gramas de água. Cerca de 70% desta é excretada nas fezes e urina e a outra parte é utilizada para manter a integridade fisiológica (Morrison 1980).

Açúcar total e redutor

Os açúcares são abundantes em frutos e quantitativamente importantes para os frugívoros. Segundo Laska (1990), apesar do rápido tempo de digestão, os morcegos são capazes de absorver praticamente todo o conteúdo de açúcares presentes nos frutos. Isto seria uma estratégia dos filostomídeos que possuem uma dieta de baixa qualidade, rica em carboidratos e pobre em proteínas e lipídeos. Dentre as espécies analisadas houve diferenças na concentração de açúcares entre frutos imaturos e maduros de *C. pachystachya* e *F. pertusa*. Carboidratos, tanto totais como redutores apresentaram maior concentração em frutos maduros. Tal fato era esperado, pois as plantas dependentes de animais para dispersão de seus diásporos geralmente possuem elevados teores de carboidratos (principalmente solúveis) (Morrison 1980; Laska 1990; Corllet 1996; Ko *et al.* 1998; Dempsey 1998; Jordano 1999). O acúmulo de açúcares originados pela fotossíntese ou por hidrólise de carboidratos de reserva que ocorrem durante o processo de maturação são responsáveis pelo sabor adocicado (Brady 1987). Como por exemplo, quando o amido (que é um carboidrato de reserva) é abundante em frutos imaturos, ele pode sofrer oxidação e formar sacarose em frutos maduros (Brady 1987, Oliveira-Junior *et al.* 2003).

Outros estudos realizados com frutos consumidos por morcegos também demonstraram que estes compostos são abundantes e perfazem a maior parte da dieta de animais frugívoros (Morrison 1980;

August 1981; Wendein *et al.* 2000; Lima & Reis 2004; Francener 2006). A espécie *P. angustifolium* apresentou cerca de 60% do peso seco em açúcar. Francener (2006) estudou a composição química de frutos imaturos e maduros de *Piper*, *Ficus* e *Solanum* na região do Paraná e registrou maior concentração de açúcares em espécies de *Piper*, entretanto com menor porcentagem do que a encontrada neste estudo, variando entre 9 a 50% de açúcar total por peso seco. Já Lima & Reis (2004) avaliaram apenas frutos maduros de *Piper* também no Paraná e encontraram cerca de 20% de carboidratos nos frutos maduros, demonstrando que a proporção de nutrientes varia bastante entre diferentes locais e espécies, e também sofre alterações entre os frutos maduros e imaturos.

As espécies de *Ficus* analisadas neste estudo apresentaram uma concentração de açúcares solúveis totais em frutos maduros que variou entre 16 a 54% do peso seco e os açúcares redutores variaram entre 6,75 a 37,5%, sendo que *F. pertusa* foi a espécie de figueira que apresentou a maior concentração destes compostos (37,5%). Francener (2006) estudou frutos imaturos e maduros de três espécies de *Ficus* e encontrou valores menores que os apresentados neste estudo, com cerca de 8 a 12% de açúcares totais em frutos maduros e 4 a 10% em frutos imaturos. No Panamá, Wendein *et al.* (2000) analisaram a polpa e as sementes de frutos maduros de 14 espécies de figueiras. A quantidade de açúcares totais encontrada por estes autores variou entre 47 – 69%, sendo que *F. obtusifolia* apresentou cerca de 40% de carboidratos totais e 20% de açúcares solúveis e *F. pertusa* apresentou cerca de 55% de açúcares totais e 15% de açúcares solúveis, e não foi a figueira com maior valor nutricional. No Pantanal do Miranda *F. pertusa* é a mais consumida por *A. jamaicensis*, entretanto, em outros locais, essa espécie apresenta menor relevância na dieta de morcegos, sendo mais consumidas por várias espécies de aves (Teixeira *et al.* 2009). O elevado consumo desta figueira provavelmente ocorre devido à sua elevada abundância na região. Porém, este estudo demonstrou-se que *F. pertusa* também apresenta um considerável valor energético, com cerca de 54% de açúcar por peso seco. A elevada quantidade de frutos encontrados nestas plantas aliado a porcentagem de nutrientes pode fornecer aos animais grande quantidade de calorias com baixo gasto energético na busca de alimentos.

Outra espécie amplamente consumida por morcegos no Pantanal é *C. pachystachya* (Munin 2008, dados não publicados, Teixeira *et al.* 2009) que apresentou quantidade razoáveis de açúcares, principalmente açúcares redutores, que são rapidamente digeridos e fornecem energia rápida. Esta espécie também é abundante na região e parece representar um recurso significativo para os morcegos do Pantanal, mais do que em outras regiões dos neotrópicos (Munin 2008, dados não publicados; Teixeira *et al.* 2009). Além disto, *C. pachystachya* é a única espécie do gênero que ocorre nesse ambiente e possui ampla distribuição (Pott & Pott 1994; Damasceno Junior *et al.* 1999, 2005). Diferente das figueiras, ela disponibiliza menor quantidade de frutos, entretanto, frutifica por um período mais longo (Pott & Pott 1994).

Estudos que quantificaram a porcentagem de diferentes tipos de açúcares, como glicose, frutose e sacarose, demonstraram que as espécies vegetais utilizadas por morcegos do novo mundo geralmente

possuem pouca concentração de sacarose e são ricos em monossacarídeos (glicose e frutose) (Baker *et al.* 1998; Francener 2006). Ao contrário, frutos consumidos por primatas, que geralmente possuem maior concentração de sacarose (Ko *et al.* 1998; Hernández *et al.* 2003). Nos frutos analisados, a porcentagem de açúcares redutores foi bem próxima à porcentagem de açúcares totais, principalmente em frutos maduros, demonstrando que esses alimentos são ricos em carboidratos que podem ser rapidamente digeridos, como por exemplo: frutose e glicose. Já a sacarose, que segundo Herrera (1999) é selecionada por três espécies de morcegos, não é detectada nas dosagens de açúcares redutores, devido à sua estrutura química, a sacarose não doadora de hidrogênio e, portanto, não é classificada como um açúcar redutor. Entretanto, são necessárias análises mais detalhadas do conteúdo específico de cada tipo de carboidrato para podermos inferir que estes frutos são ricos em frutose e glicose, assim como o encontrado por outros autores (Ko *et al.* 1998, Baker *et al.* 1998, Herrera 1999; Francener 2006).

Lipídeos

A porcentagem de lipídeos presentes em frutos geralmente é baixa, entretanto, pode haver variações interespecíficas e algumas plantas podem apresentar altas concentrações deste metabólito (Herrera 1987; Corllet 1996; Jordano 1999). Em muitas espécies consumidas por morcegos a maior parte dos lipídeos e proteínas ficam retidos nas sementes, que não são totalmente digeridas (Morrison 1980; Dempsey 1998; Wendein *et al.* 2000). Apesar de não haver uma pré determinação sobre a quantidade mínima que os morcegos devem ingerir deste nutriente, acredita-se que seja semelhante aos demais mamíferos, ficando em torno de 1 a 2% (Dempsey 1998). Portanto, os frutos analisados demonstraram possuir a quantidade mínima necessária aos morcegos, já que a quantidade de lipídeos variou entre 1,96 a 14,8% do peso seco. Apesar da pouca quantidade de açúcar presentes nos frutos maduros de *F. luschnathiana*, a quantidade de lipídeos foi expressiva (Corlett 1996; Dempsey 1998 Wendein *et al.* 2000), demonstrando que no geral este fruto pode ser relativamente energético, sendo que a menor concentração de açúcar é compensada pela maior presença de lipídeos. Outros estudos encontraram essa relação inversamente proporcional entre lipídeos e carboidratos, isto é, frutos com elevada concentração de açúcares apresentam pouca quantidade de lipídeos, enquanto que frutos com maior proporção de gordura apresentam menos carboidratos (Corllet 1996).

Todas as outras espécies apresentaram menos de 6% de gordura, entretanto, demonstraram possuir maior concentração de açúcares. *Piper angustifolium* apresentou menor conteúdo lipídico em frutos maduros, resultado semelhante foi encontrado por Francener (2006) no Paraná. Os frutos maduros de *P. angustifolium* (2,62%) apresentaram valores semelhantes ao encontrado por Lima & Reis (2004) para a espécie *Piper* sp., que dentre as cinco espécies de estudadas por estes autores, foi a que apresentou o maior conteúdo lipídico. Também foi semelhante ao valor encontrado em frutos maduros de *P. gaudichaudianum* (2,60%) no Paraná (Francener 2006). No presente estudo *F. pertusa* e *F. obtusifolia* apresentaram em frutos maduro 3,30% e 1,96% de lipídeos, valores semelhantes aos apresentados por

Francener (2006) em outras espécies de *Ficus*. Entretanto, Wendein *et al.* (2000) encontraram uma média de 7 a 11% de lipídeos nas figueiras do Panamá. Dentre as espécies analisadas neste estudo, apenas *F. luschnathiana* apresentou valor percentual maior que os encontrados no Panamá.

Proteínas

A dieta exclusivamente frugívora muitas vezes é inadequada devido à baixa quantidade de proteína e compostos nitrogenados presentes em frutos (Corllet 1996; Dempsey 1998; Jordano 1999). As espécies analisadas apresentaram menos que 1% do peso seco em proteínas, porcentagem menor do que a encontrada por outros autores. (Morrison 1980; Wendein *et al.* 2000; Lima & Reis 2004; Francener 2006). A baixa concentração de compostos protéicos presentes nestes frutos pode estar associada à pobreza de nutrientes nos solos na região do Pantanal ocasionada pelos pulsos de inundação. Porém, apesar da baixa quantidade de compostos protéicos, os frutos do Pantanal apresentaram maior valor percentual de açúcares e lipídeos do que as espécies analisadas por Lima e Reis (2004) e Francener (2006) na região do Paraná. Porém, estes frutos se apresentaram menos energéticos que as espécies vegetais analisadas por Wendein *et al.* (2000) no Panamá.

A porcentagem de compostos protéicos não foi diferente entre frutos imaturos e maduros, exceto para a espécie *C. pachystachya* que apresentou em frutos imaturos uma quantidade quatro vezes maior de proteínas que a encontrada em frutos maduros. Schaefer *et al.* (2003) também encontraram maior concentração de compostos protéicos em frutos imaturos. Dentre os frutos maduros, *P. angustifolium* apresentou a maior porcentagem de compostos protéicos (0,70% do peso seco), entretanto, esta quantidade é menor do que a encontrada por outros autores (Lima & Reis 2004; Francener 2006). Alterações no conteúdo de proteínas em frutos podem ocorrer em consequência da degradação destes compostos pelo próprio amadurecimento ou por outras condições de estresse, que conduzem as plantas a degradar proteínas para a produção de outros compostos, como por exemplo a produção de metabólitos secundários como os alcalóides que são nitrogenados (Croteau *et al.* 2003).

Devido à escassez de compostos protéicos em frutos, morcegos frugívoros podem complementar sua dieta ingerindo outros recursos florais, tais como pólen, néctar e folhas ou se alimentar de artrópodos (Ruby *et al.* 2000; Nelson *et al.* 2000, 2005; Lobova 2003; Passos & Passamani 2003; Passos *et al.* 2003; Passos & Graciolli, 2004; Fabián *et al.* 2008; Teixeira *et al.* 2009). As folhas possuem maior quantidade de proteína e podem servir como fonte de nitrogênio, aminoácidos, minerais e apresentam maior concentração de cálcio, que é importante para filhotes em desenvolvimentos e fêmeas grávidas e lactantes (Zortea & Mendes 1993; Ruby *et al.* 2000; Nelson *et al.* 2005). Porém, as folhas também podem possuir maior concentração de metabólitos secundários, que podem diminuir o valor nutricional deste alimento (e.g. compostos fenólicos como os taninos ou outros metabólitos como alcalóides que geralmente são mais tóxicos) (Ruby 2000). A ingestão de pólen também pode contribuir para suprir as necessidades protéicas, já que estes são ricos em aminoácidos e compostos nitrogenados (Marchini *et al.* 2006).

Estudos relatam que para algumas espécies de morcego do gênero *Artibeus* o consumo de frutos perfaz a maior parte da dieta (Wendein *et al.* 2000; Herrera *et al.* 2001; Lobova *et al.* 2003). Segundo alguns autores, algumas espécies de morcegos podem obter toda a proteína que necessitam ingerindo apenas frutos (Wendein *et al.* 2000; Herrera *et al.* 2001). Entretanto, esses animais devem ingerir diversas espécies vegetais para obter todos os nutrientes necessários, a ingestão de apenas uma espécie vegetal não é suficiente para suprir as necessidades desses animais (Wendein *et al.* 2000; Herrera *et al.* 2001, Munin 2008, dados não publicados). No pantanal além do baixo número de espécies vegetais consumidas por morcegos (Munin 2008), os frutos apresentaram pouca quantidade de proteínas, o que pode explicar o elevado consumo de artrópodes, pólen e folhas na região (Munin 2008, dados não publicados; Teixeira *et al.* 2009). Mesmo quando há disponibilidade de frutos, estes morcegos ingerem outros itens alimentares. Teixeira *et al.* (2009) também verificaram que o consumo de frutos por esta espécie no Pantanal do Miranda aumenta no período de janeiro a junho, quando a disponibilidade de frutos é maior, porém, mesmo nesse período houve o consumo de outros itens alimentares por esses animais. Tais evidências podem corroborar a hipótese de que os frutos consumidos por morcegos do Pantanal são pobres em proteínas e que, esses animais utilizam outro tipo de recurso para obter a quantidade de nitrogênio necessária para manter sua integridade fisiológica.

Fenóis totais e taninos

Os metabólitos secundários conhecidos como compostos fenólicos são responsáveis pela coloração e odor de muitos frutos e podem trazer alguns benefícios, como as funções antioxidantes apresentada por alguns compostos fenólicos, ou ainda presença de substâncias químicas com ação antielmíntica (Witmer 2001; Croteau *et al.* 2003; Schaefer *et al.* 2003; Ianson 2005). Para a planta a elevada concentração destes compostos em frutos imaturos é fundamental para evitar o ataque de microorganismos patogênicos e consequentemente evitar que os diásporos sejam atacados, impedindo o processo de dispersão (Cipollini & Levey 1997; Harbone 2001; Witmer 2001; Schaefer *et al.* 2003). Entretanto, as espécies analisadas não apresentaram diferenças significativas na concentração destes metabólitos, exceto *C. pachystachya*. Porém, apesar do elevado conteúdo de fenóis, a porcentagem de taninos, um potente inibidor da herbivoria, foi baixa para os frutos em ambos os estágios de maturação. Segundo Swain (1979) apud Wendein *et al.* (2000) cerca de 2% de taninos por grama de fruto seco é suficiente para deter a herbivoria por mamíferos. Nenhuma das espécies analisadas neste trabalho apresentou concentração superior a este valor, portanto, provavelmente este composto parece não interferir no consumo destas plantas pelos frugívoros. Mesmo os frutos imaturos não possuem quantidade suficiente para deter o forrageamento por mamíferos, demonstrando que este composto não é o principal mecanismo utilizado por estas espécies para evitar a predação dos frutos.

A baixa concentração de taninos nestes frutos pode estar relacionada à baixa quantidade de proteínas. Wendein *et al.* 2000 constatou que figueiras com maior concentração de proteínas possuíam

maior quantidade de tanino do que aquelas na qual a principal recompensa eram os carboidratos. Este fato se deve principalmente à capacidade de complexação destes compostos com proteínas, atuando como metabólitos de defesa já que eles tornam as proteínas bioindisponíveis. Por outro lado, grande quantidade de taninos em plantas ricas em açúcares poderia interferir negativamente na dispersão dos frutos e, além disso, não seria uma defesa tão eficiente. Assim, estas espécies provavelmente utilizam outras substâncias para evitar que os frutos sejam deteriorados por patógenos ou consumidos por frugívoros antes da maturação completa dos diásporos. Algumas espécies de *Ficus*, por exemplo, possuem grande quantidade de látex nos frutos imaturos, o que pode repelir alguns consumidores (Pott & Pott 1994; Wendelin *et al.* 2000). As espécies de *Cecropia* possuem interação com formigas que também podem repelir a predação de folhas e frutos (Lobova *et al.* 2003). Entretanto, são necessários mais estudos sobre estas espécies, seus compostos químicos e a possível influência destes na interação destas plantas com herbívoros e outros organismos, principalmente para a região do Pantanal, que possui características peculiares e poucos estudos nessa área.

Peroxidases

São enzimas comuns em plantas e animais (van Huystee 1987) e possuem uma grande diversidade de funções relacionadas ao elevado número de isoenzimas que ocorrem em uma mesma planta (van Huystee 1987; Van Loon 1997). A elevada atividade destas enzimas em frutos imaturos pode estar relacionada à ativação de mecanismos de defesa, que pode ocasionar no aumento da síntese de fenóis, incluindo taninos. Portanto, um elevado valor na atividade peroxidásica em frutos imaturos poderia estar contribuindo para a produção de metabólitos antinutricionais que influenciam negativamente o consumo de frutos pelos herbívoros. Porém, dentre as espécies analisadas, apenas *F. luschnathina* apresentou maior valor da atividade peroxidásica em frutos imaturos, para as demais espécies, a maior atividade ocorreu em frutos maduros.

Esta enzima também participa do amadurecimento dos frutos catalisando reações oxidativas que produzem mais substrato, gerando um incremento da atividade peroxidásica em frutos maduros e senescentes (Frenkel 1972; Clemente & Pastore 1998; Corrêa *et al.* 2007). Vários frutos comerciais como a uva e a jabuticaba demonstraram um aumento da atividade peroxidásica ao longo da maturação (Corrêa *et al.* 2007). Portanto, a elevação da atividade desta enzima em frutos maduros pode ser decorrente do processo normal de amadurecimento e não estaria influenciando negativamente o consumo dos frutos pelos morcegos.

Considerações Finais

- Foram coletadas cinco espécies vegetais que são consumidas por morcegos no Pantanal de Mato Grosso do Sul: *Cecropia pachystachya* Trec. (Urticaceae), *Ficus pertusa* L. F., *Ficus obtusifolia*

(Miq.) Miq., *Ficus luschnathiana* (Miq.) Miq. (Moraceae), *Piper angustifolium* R. et P. (Piperaceae) e avaliou-se a quantidade de água, açúcar total, açúcar redutor, proteínas, lipídeos, fenol total, taninos e atividade peroxidásica afim de estabelecer o valor nutricional destes alimentos.

- A maior dificuldade encontrada neste estudo foi a coleta de frutos maduros e imaturos presentes no mesmo indivíduo. As coletas poderiam ter sido feitas de outro modo, porém, ao coletar os frutos em um mesmo indivíduo, é possível obter dados mais concretos sobre a diferença na composição de frutos imaturos e maduros. Assim, optamos por não coletar as amostras de frutos imaturos e maduros em indivíduos ou épocas distintas. Como sugestão para obter maior número de amostras em estudos posteriores, aconselho a passar maior tempo no campo e não fazer coletas mensais.
- Os resultados obtidos demonstram que há diferença na concentração dos metabólitos entre frutos maduros e imaturos e entre as espécies também é possível observar diferença no conteúdo dos compostos, entretanto, são necessários estudos mais detalhados e com maior número de amostras e espécies vegetais.
- São necessários mais estudos avaliando a composição química de fruto, incluindo outras espécies que também são utilizadas por morcegos no Pantanal.
- A porcentagem de açúcar foi diferente entre frutos imaturos e maduros e as espécies *C. pachystachya* e *F. pertusa* apresentaram diferenças significativas no conteúdo de carboidratos total e redutor. Frutos maduros de *P. angustifolium* apresentaram a maior porcentagem de açúcares e *F. luschnathiana* apresentou a menor. A quantidade de açúcares redutores aumentou durante o amadurecimento e foi elevada em frutos maduros, o que pode sugerir que neste estágio de maturação os principais açúcares encontrados podem ser os monossacarídeos redutores, como por exemplo, glicose e frutose, açúcares comuns em espécies de frutos consumidas por morcegos. Entretanto, são necessários estudos mais detalhados sobre estes metabólitos.
- A porcentagem de proteínas encontrada foi relativamente baixa quando comparada à outros estudos em outras regiões. Entretanto, é relatado para o Pantanal que os morcegos frugívoros se alimentam de insetos e outras partes da planta mesmo quando há disponibilidade de frutos. Este fato pode ser decorrente da baixa quantidade de compostos protéicos presentes nas espécies vegetais da região.
- As dosagens de lipídeos foram feitas com número reduzido de amostras devido a escassez de material e reagentes.
- Para as dosagens de metabólitos secundários, são necessários estudos detalhados. A dosagem de fenóis totais gera apenas um dado bruto sobre a concentração destes compostos, porém, não foi possível avaliar quais eram os metabólitos presentes e se realmente eles estavam influenciando no forrageamento por herbívoros. Além dos compostos fenólicos poderiam ser estudados outros compostos do metabolismo secundário, tais como, terpenóides e alcalóides, que também participam da defesa de plantas.

- Também são necessários mais estudos sobre a porcentagem de taninos, que é uma classe especial de fenóis, com características peculiares que os tornam eficientes na redução da herbivoria. Estes compostos são muito diversificados e portanto, a utilização de outras metodologias que possam quantificar os taninos podem trazer outros dados relevantes sobre a presença destes em frutos, principalmente para frutos imaturos.
- A atividade da peroxidase esta principalmente relacionada à síntese e oxidação de fenóis, síntese de lignina, ao amadurecimento de frutos e à deteriorização e escurecimento dos mesmos. Porém, os estudos que quantificam a atividade enzimática da peroxidase são feitos com frutos comerciais e geralmente avaliam sua atividade em frutos pós-colheita. Entretanto, a atividade desta enzima pode estar relacionada aos mecanismos de defesa das plantas. Portanto, é interessante que haja mais estudos da atividade desta enzima em frutos nativos.
- A avaliação nutricional pode ser uma ferramenta importante para conhecermos melhor a interação das plantas com os dispersores e outros organismos. Portanto, são necessários mais estudos nesta área para elucidar quais são os compostos presentes nos frutos nativos.

Agradecimentos:

Agradeço à PROPP por permitir a utilização da Base de Estudos do Pantanal. Ao pessoal do laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimento que auxiliou nas dosagens de lipídeos. Ao Gabriel Ghizzi, Guille Almeida e Alan Fredy Eriksson que me auxiliaram no campo. Agradeço também a Josimara Rondon que me ajudou a conseguir os materiais para trabalhar no Laboratório de Bioquímica. A Patrícia Cara e Gabriel Ghizzi pela ajuda na identificação das plantas. A Camila Vidotto e Priscila Canesqui que sempre que possível coletavam frutos para mim. Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma. Obrigada.

Figuras

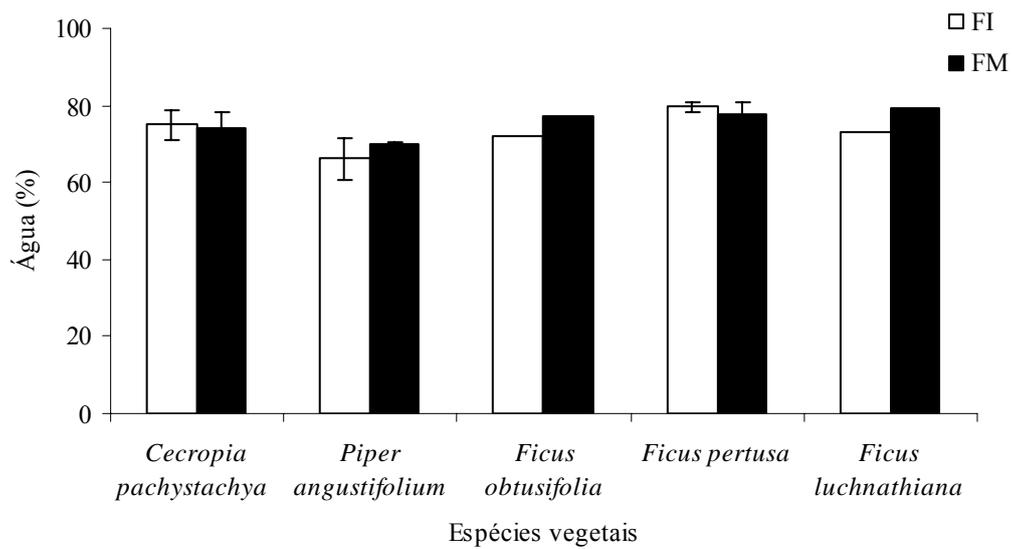


Figura 01: Média e desvio padrão da porcentagem de água contida em frutos imaturos (FI) e frutos maduros (FM) das espécies vegetais *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil.

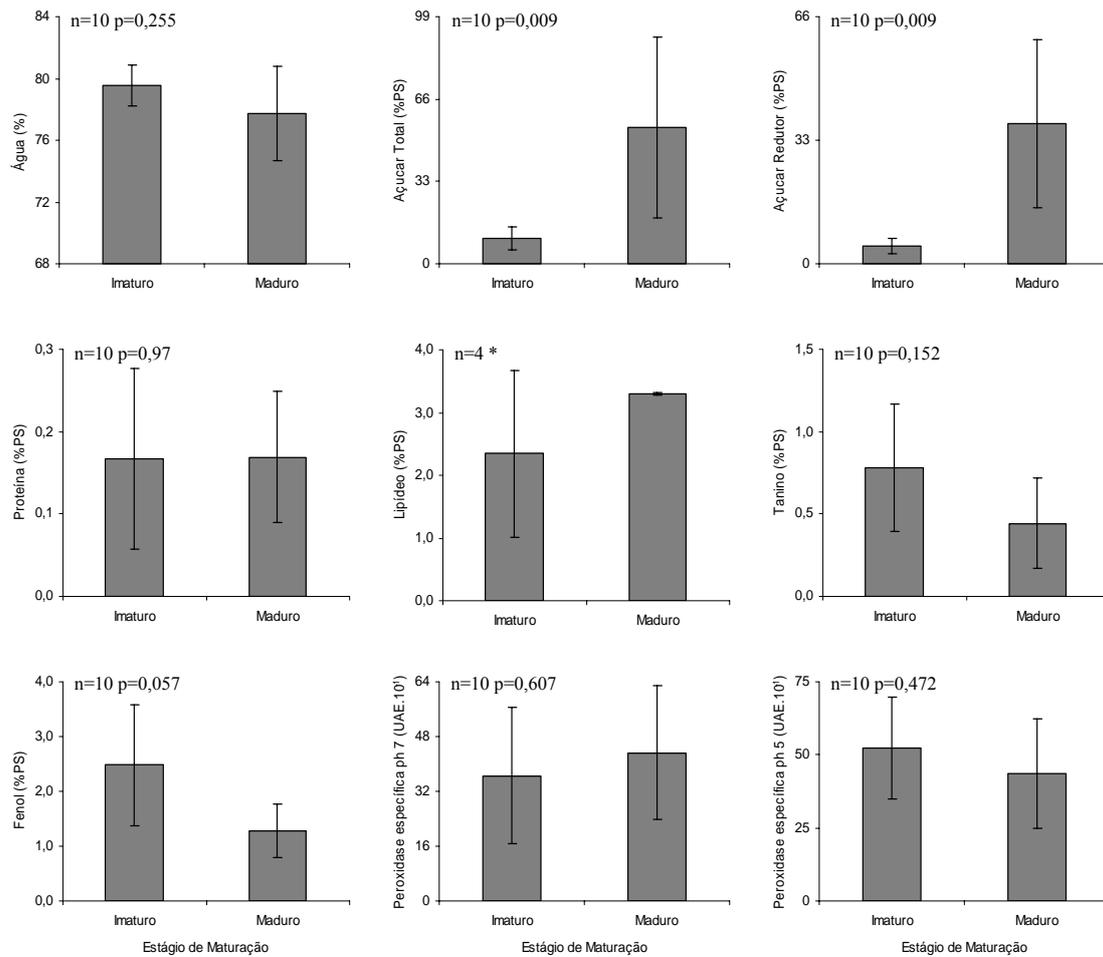


Figura 02: Média e desvio padrão dos compostos em relação ao estágio de maturação dos frutos de *Ficus pertusa* L., coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, MS. O número total de amostras para cada variável está indicado no gráfico, sendo que metade do valor é para frutos maduros e a outra metade para frutos imaturos. Valores de p menores que 0,05 indicam diferenças significativas nas quantidades dos compostos entre frutos maduros e imaturos. *Número insuficiente de amostras para realizar o teste.

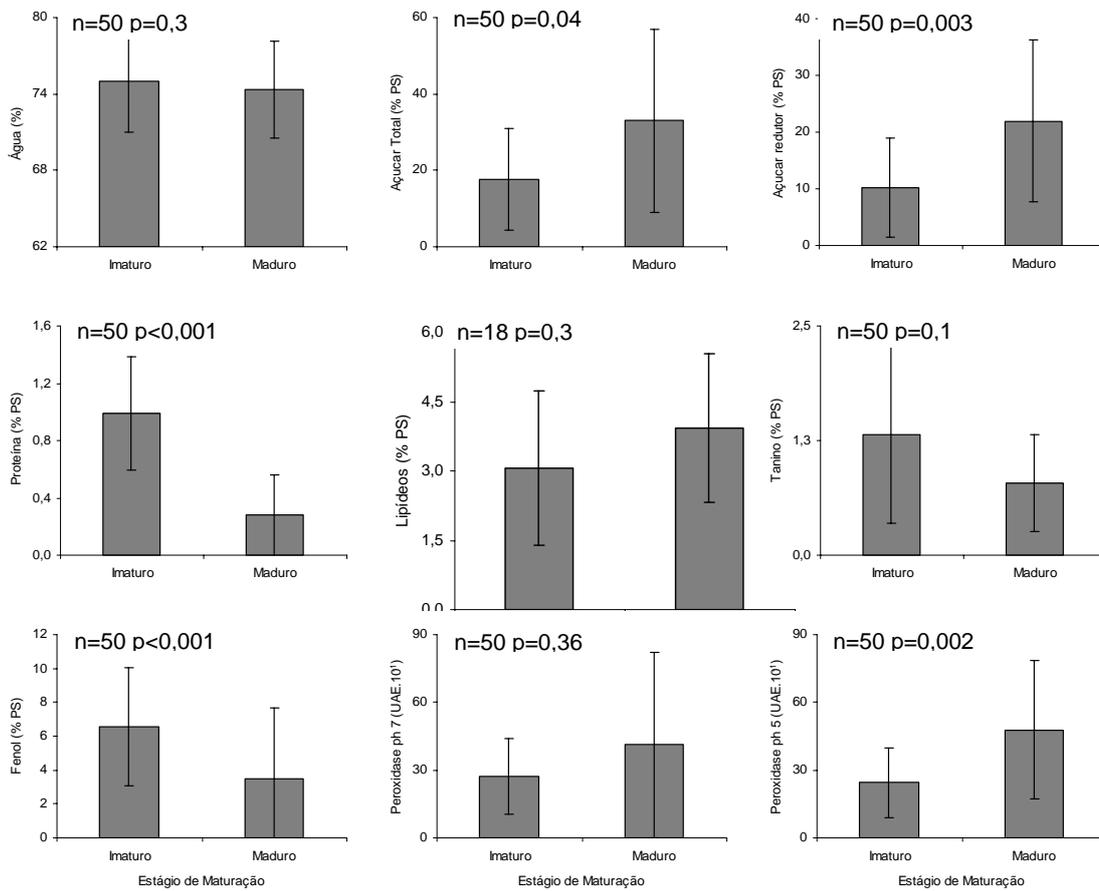


Figura 03: Média e desvio padrão dos compostos em relação ao estágio de maturação dos frutos de *Cecropia Pachystachya* Trec., coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá-MS. O número total de amostras para cada variável está indicado no gráfico, sendo que metade do valor é para frutos maduros e a outra metade para frutos imaturos. Valores de p menores que 0,05 indicam diferenças significativas nas quantidades dos compostos entre frutos maduros e imaturos.

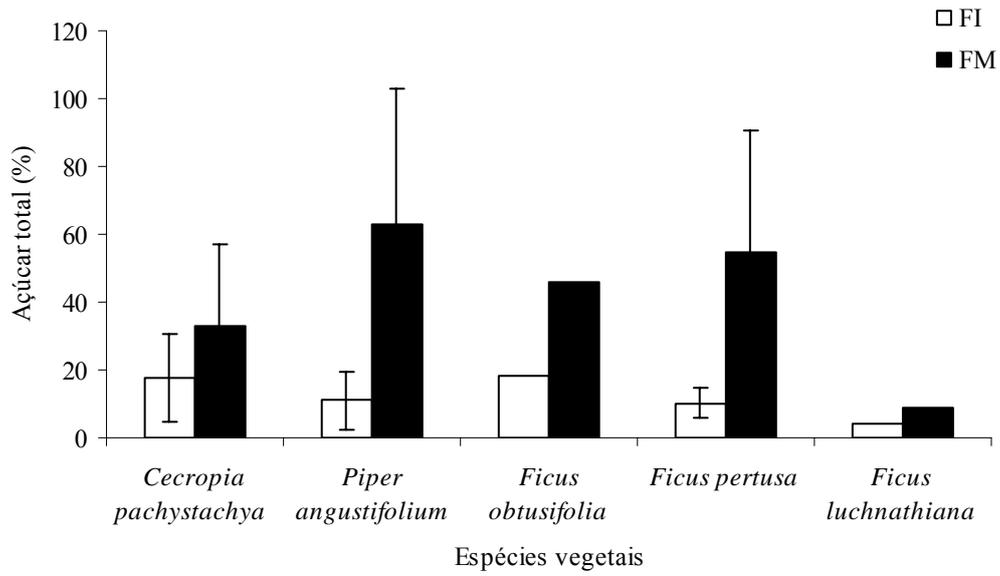


Figura 04: Média e desvio padrão da porcentagem de açúcar total por grama de peso seco em frutos imaturos (FI) e maduros (FM) de *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil.

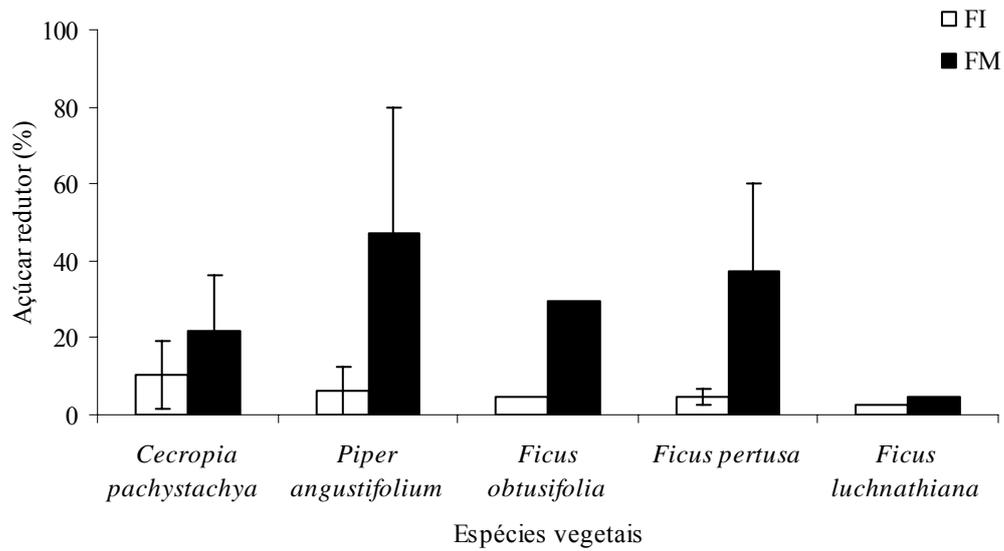


Figura 05: Média e desvio padrão da porcentagem de açúcares redutores por grama de fruto seco presentes nos frutos imaturos (FI) e maduros (FM) das espécies *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil.

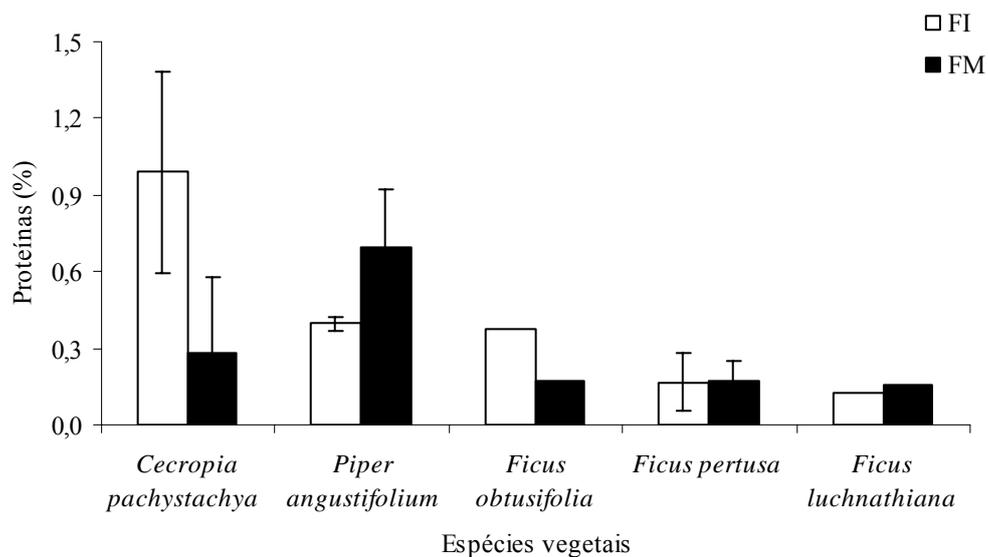


Figura 06: Média e desvio padrão da porcentagem de proteínas presentes em frutos imaturos (FI) e maduros (FM) por grama de peso seco das espécies *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil.

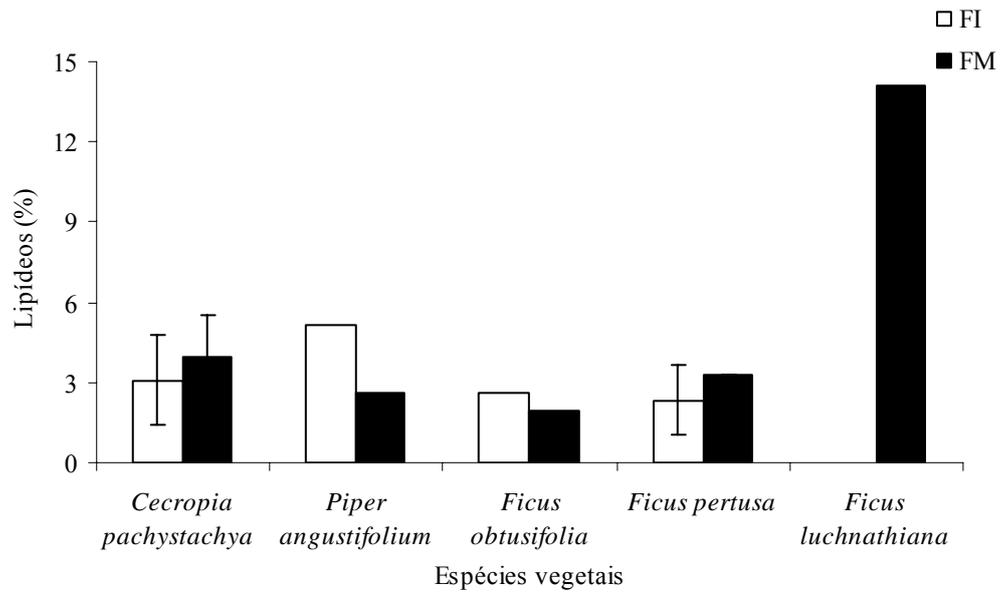


Figura 07: Média e desvio padrão da porcentagem de lipídeos contida nos frutos imaturos (FI) e maduros (FM) de *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil.

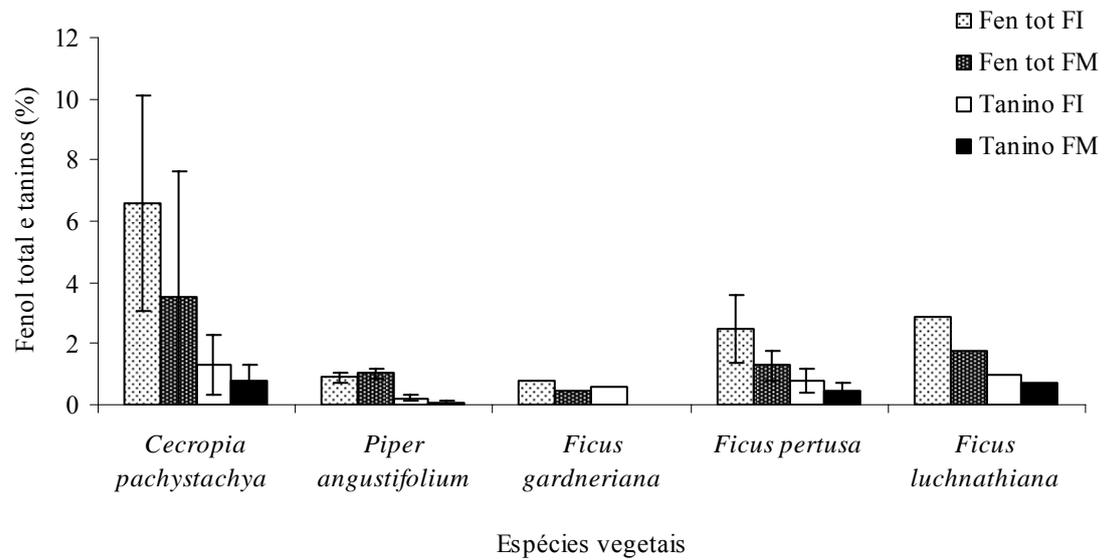


Figura 08: Média e desvio padrão da porcentagem de compostos fenólicos totais e taninos por grama de peso seco presentes nos frutos de *C. pachystachya* Trec., *P. angustifolium* R. e P., *F. obtusifolia* (Miq.) Miq., *F. pertusa* L. e *F. luschnathiana* (Miq.) Miq. em diferentes estágios de maturação (FI - frutos imaturos e FM - frutos maduros), coletados no Pantanal do Miranda, Corumbá, Brasil.

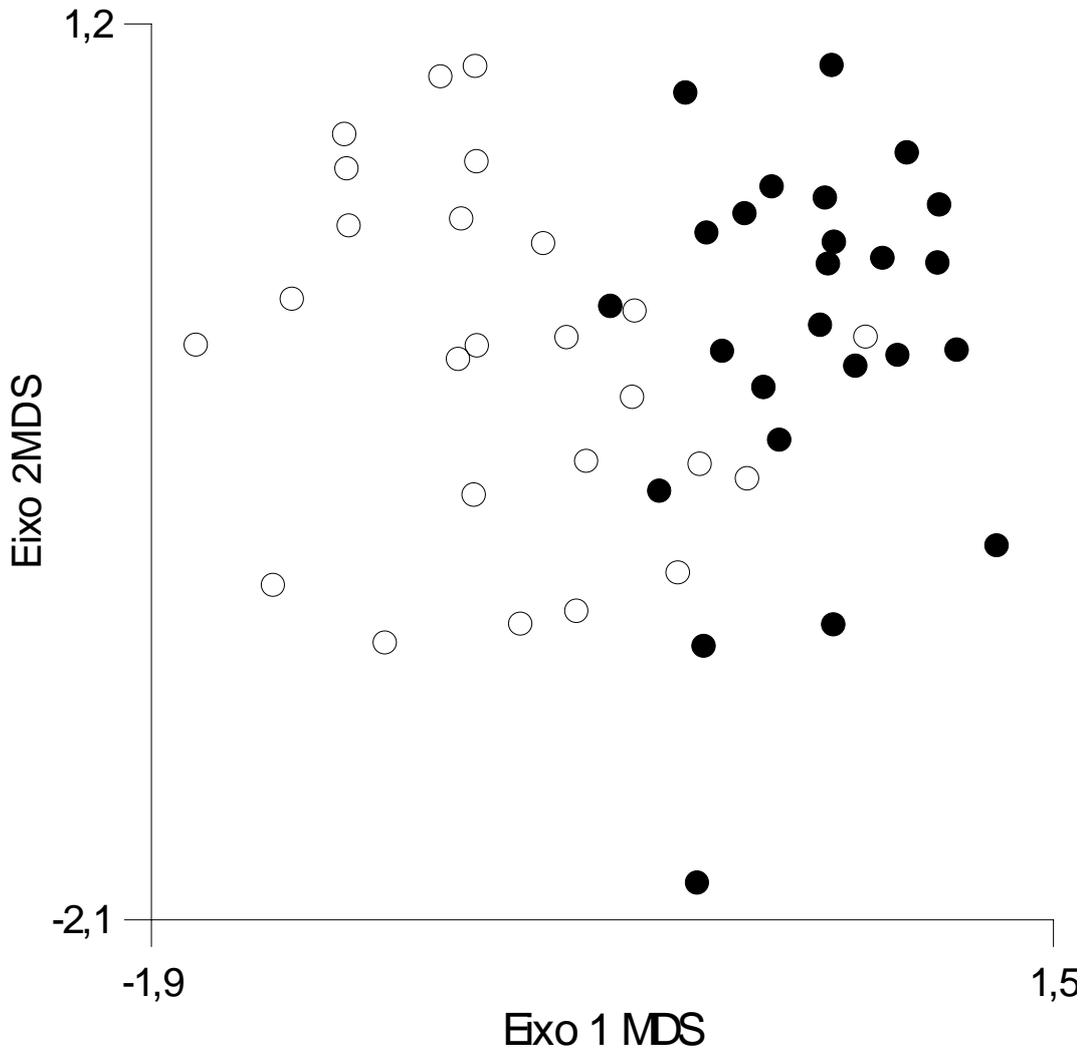


Figura 09: Ordenação (Escalonamento Multidimensional Monotônico) das amostras de *Cecropia pachystachya* Trec. pelos compostos água, açúcar total, açúcar redutor, proteína, tanino, fenol total e atividade específica da peroxidase em pH=7,0 e pH=5,0 (Stress=0,208 R²=0,782), no pantanal do Miranda Corumbá, MS. Círculos preenchidos correspondem a frutos imaturos e círculos vazios a frutos maduros (Pillai-trace = 0,586, F = 33,26 df = 2, 47, p<0,001).

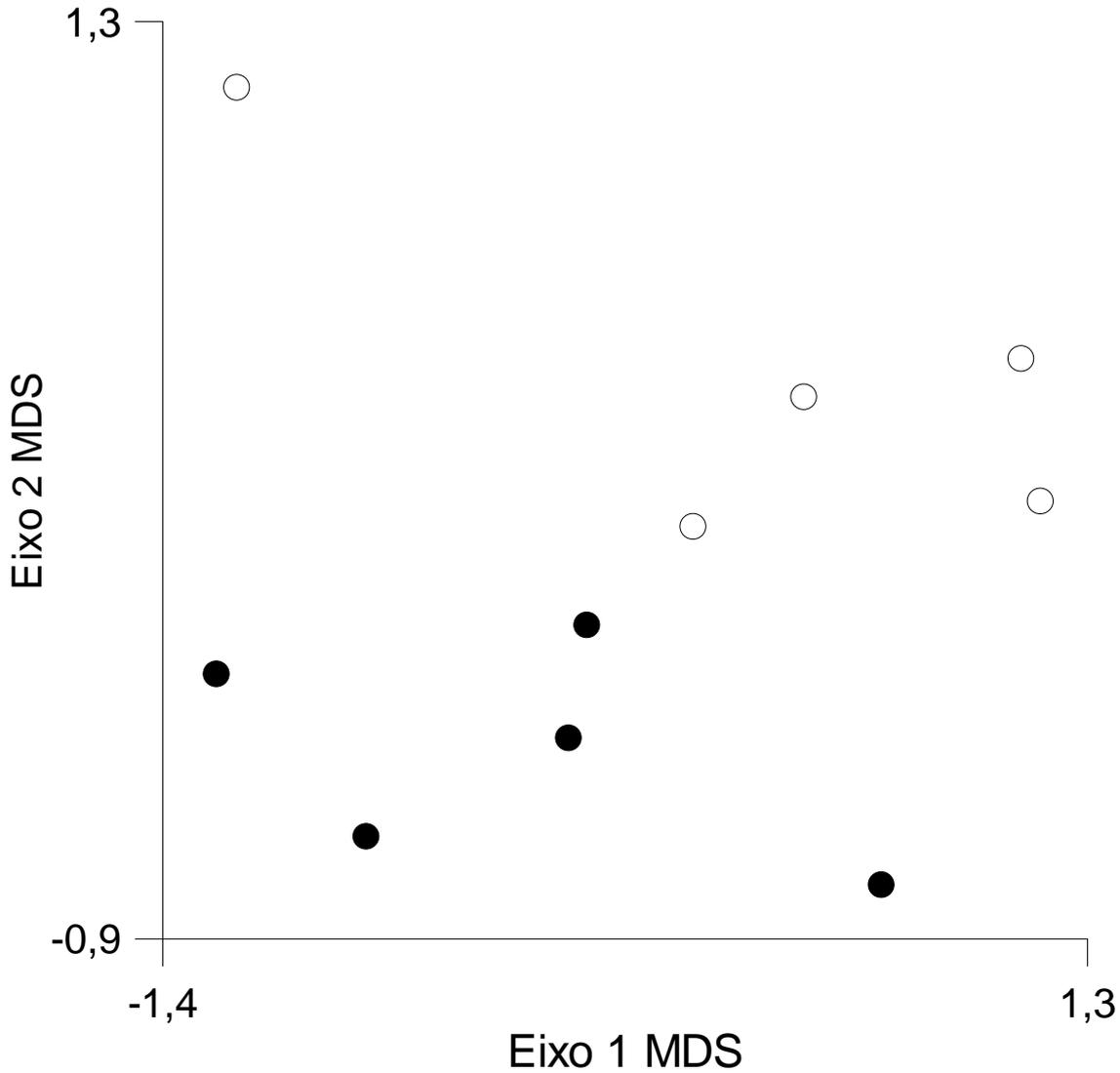


Figura 10: Ordenação (Escalonamento Multidimensional Monotônico) das amostras de *Ficus pertusa* L. pelos compostos água, açúcar total, açúcar redutor, proteína, tanino, fenol total e atividade específica da peroxidase em pH=7,0 e pH=5,0 (Stress=0,121 R²=0,918), no pantanal do Miranda, Corumbá-MS. Círculos preenchidos correspondem a frutos imaturos e círculos vazios a frutos maduros (Pillai-trace = 0,847, F = 19,311 df = 2; 7, p=0,001).

Referências Bibliográficas: Artigo I

- Adámoli, J. 1986. A dinâmica das inundações no Pantanal. Pp. 51-62. In: **Anais do I Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal**. EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Brasília.
- August, P.V. 1981. Fig Fruit Consumption and Seed Dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. **Biotropica** **13(2)**: 70-76.
- Baker, H.G.; Baker, I. & Hodges, S.A. 1998. Sugar composition of nectars and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. **Biotropica** **30 (4)**: 559-586.
- Bianconi, G.B.; Mikich, S.B.; Teixeira, S.D. & Maia, B.H.L.N.S. 2007. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: A potential tool for forest restoration. **Biotrópica** **39(1)**: 136-140.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry** **72**: 248-254.
- Brady, C.J. 1987. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology** **38**: 155-178.
- Cipollini, M.L. & Levey, D.J. 1997. Secondary metabolites of fleshy vertebrate-dispersed fruits: adaptive hypotheses and implications for seed dispersal. **American Naturalist** **150**: 346–372.
- Clemente, E.; Pastore, G. M. 1998. Peroxidase and polyphenoloxidase , the importance for food technology. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos** **32(2)**: 167-171.
- Coates-Estrada R. & Estrada A. 1986. Fruiting and Frugivores at a Strangler Fig in the Tropical Rain Forest of Los Tuxtlas, México. **Journal of Tropical Ecology** **2(4)**: 349-357.
- Corrêa, M.O.G.; Pinto, D.D. & Ono, E.O. 2007. Análise da atividade respiratória em frutos de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**. **5(2)**: 831-833
- Corlett, R. T. 1996. Characteristics of vertebrate-dispersed fruits in Hong Kong. **Journal of Tropical Ecology** **12**: 819–833.
- Croteau, R.; Kutchan, T.M. & Lewis, N.G. 2000. In. Buchanan, B.; Grissem, W. & Jones, R. (ed.). **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Eds. American Society of Plant Physiologists, Chapter 24. Natural Products (Secondary Metabolites).
- Damasceno-Junior, G.A.; Bezerra, M.A.O.; Bortolotto, I. & Pott, A. 1999. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. In: Anais do II Simpósio sobre recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal — Manejo e Conservação. CPAP Embrapa & UFMS, Corumbá, p. 203-214.
- Damasceno-Júnior, G.A.; Semir, J.; Santos, F.A.M.; Leitão-Filho, H.F. 2005. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguay, Pantanal, Brazil. **Flora** **200**: 119–135.
- Dearing, M.D.; Foley, W.J. & McLean, S. 2005. The influence of plant secondary metabolites on the nutritional ecology of herbivorous terrestrial vertebrates. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics** **36**: 169-189.
- Dempsey, J.L. 1998. Recent advances in fruit bat nutrition. Pp. 354-360 In. Fowler, M.E. and R.E. Miller (eds.). **Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy** **4**. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA.
- Dubois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K.; Rebers, P.A. & Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry** **28 (3)**: 350-356.
- Fabián, M.E.; Rui, A.M. & Waechter J.L. 2008. Plantas utilizadas como alimentos por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. Pp. 51-70. In. Reis, N.R dos; Peracchi, A.L.; Santos, G.A.S.D.dos; (ed.). **Ecologia de Morcegos**. Ed. Technical books. 148p.
- Fischer E. 1992. Foraging of nectarivorous bats on *Bauhinia unguolata*. **Biotropica**. **24**:579–582.
- Foley, W.J. & Moore, B.D. 2005. Plant secondary metabolites and vertebrate herbivores – from physiological regulation to ecosystem function. **Current Opinion in Plant Biology** **8(4)**: 430-435.
- Francener, S.M.C. 2006. Análise nutricional dos frutos de *Piper*, *Solanum* e *Ficus* e sua importância na dieta dos morcegos. **Dissertação de Mestrado em Química**, UFPR, Curitiba, PR.

- Frenkel, C. 1972. Involvement of Peroxidase and Indole-3-acetic Acid Oxidase Isozymes from Pear, Tomato, and Blueberry Fruit in Ripening. **Plant Physiology** **49**: 757-763
- Gray, T.M.; Arnoys, E.J.; Blankespoor, S.; Born, T.; Jagar, R.; Everman, R.; Plowman, D.; Stair, A. & Zhang, D. 1996. Destabilizing effect of proline substitutions in two helical regions of T4 lysozyme: Leucine 66 to proline and leucine 91 to proline. **Protein Science** **5**: 742-751.
- Harbone, J. 1997. Secondary metabolism. Pp. 132-155. In: Crawley, M.J. (ed.). **Plant Ecology**. Blackwell Publishing. 715p.
- Harbone, J. 2001. Twenty-five years of chemical ecology. **Natural Product Reports** **18**: 61 – 379.
- Herbst, L.H. 1986. The role of nitrogen from fruit pulp in the nutrition of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Biotropica** **18**: 39-44.
- Hernández, P.R.; Stoner, K.E. & Lucas, P.W. 2003. The sugar composition of fruits in the diet of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in tropical humid forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** **19**: 709-716.
- Herrera, C. M. 1987. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula, as study of fruit characteristics. **Ecological Monographs** **57**:305-331.
- Herrera, L.G.M. 1999. Preferences for different sugar in neotropical nectarivorous and frugivorous bats. **Journal of Mammalogy**, **80** (2): 683-688.
- Iason G. 2005. The role of plant secondary metabolites in mammalian herbivory: ecological perspectives. **Proceedings of the Nutrition Society** (64): 123-131.
- Instituto Adolfo Lutz. 1984. **Normas Analíticas Do Instituto Adolfo Lutz – Métodos Químicos e Físicos Para Análises de Alimentos**. 3ª edição, São Paulo, V.I. 533 p.
- Jordano, P. 1999. Fruits and frugivory. Pp 105-156 In: M. Fenner (ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, Commonwealth Agricultural Bureau International.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A. & Silva, W.R. 2006. Ligando Frugivoria e Dispersão de sementes à biologia da conservação. Pp. 411-436, In: Duarte, C.F.; Bergallo, H.G.; Dos Santos, M.A.; & V a, A.E. (eds.). **Essências da Biologia da Conservação**. Editorial Rima, São Paulo, Brasil.
- Ko, I.W.P.; Corlett, R.T. & Xu, R.J. 1998. Sugar composition of wild fruits in Hong Kong, China. **Journal of Tropical Ecology** **14**:381-387.
- Köppen, W. 1948. Climatologia. Fondo de Cultura Económica, México.
- Kunz, T. H. & Diaz, C. A. 1995. Folivory in fruit bats with new evidence from *Aritbeus jamaicensis*. **Biotropica** **27**: 106-120.
- Larsen, P.A.; Hoofer, S.R.; Bozeman, M.C.; Pedersen, S.C.; Genoways H.H.; Phillips, C.J.; Pumo, D.E. & Baker, R.J. 2007. Phylogenetics and phylogeography of the *Artibeus jamaicensis* complex base on cytochrome-b DNA sequences. **Journal of Mammalogy** **88**: 712-727.
- Laska, M. 1990. Food transit times and carbohydrate use in three Phyllostomid bat species. **Zeitschrift für Säugetierkunde** **55**: 49-54.
- Levin, D.A. 1976. The Chemical Defenses of Plants to Pathogens and Herbivores. **Annual Review of Ecology and Systematics** **7**: 121-159.
- Lima, I.P. & Reis, N.R. 2004. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21**(2): 371-377.
- Lobova, T.A.; Mori, S.A.; Blanchard, F.; Peckham, H. & Charles-Dominique, P. 2003. *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. **American Journal of Botany** **90**(3): 388-403.
- Marchini, L.C.; Reis, V.D.A. & Moreti, A.C.C.G. 2006. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas Africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural** **36**(3): 949-953.
- Marinho-Filho, J. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and phenology of their food plant in Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **7**: 59-67.
- Monteiro, J.M.; Albuquerque, U.P.; Araujo, E.L. & Amorim, E.L.C. 2005. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova** **28**(5): 892-896.
- Morrison, D.W. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. **Oecologia** **45**: 270-273.

- Munin, R. 2008. Nicho trófico de morcegos filostomídeos no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação, UFMS**, Campo Grande, MS.
- Nelson, S. L.; Miller, M.A.; Heske, E.J. & Fahey, G.C. 2000. Nutritional quality of leaves and unripe fruit consumed as famine foods by the flying foxes of Samoa. **Pacific Science** **54**: 301-311.
- Nelson, S.; Kunz, T.H. & Humphrey, S.R. 2005. Folivory in fruit bats: leaves provide a natural source of calcium. **Journal of Chemical Ecology** **31(8)**: 1683-1691.
- Oliveira Junior, E.N.; Santos, C.D. Dos; Abreu, C.M.P. De; Corrêa A.D. & Santos J.Z.L. 2003. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento, **Ciência e agrotecnologia** **27(4)**: 846-851.
- Passos, F.C. & Gracioli, G. 2004. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21 (3)**: 487-489.
- Passos, F.C.; Silva, W.R.; Pedro, W.A. & Bonin, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **20 (3)**: 511-517.
- Passos, J.G. & Passamani, M. 2003. *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Snata Teresa (ES). **Natureza on-line**. **1 (1)**: 1-6.
- Pott A, Pott VJ. 1994. **Plantas do Pantanal**. Corumbá (Brasil): Editora EMBRAPA. 320 p.
- Prance, G.T. & Schaller, G. B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Brittonia** **34**: 228-251
- Pütter, J. 1974. Peroxidases. Pp.685-689. In: Bergmeyer, H.U. (ed.). **Methods of enzymatic analysis**. 2. ed. New York, Academic Press ed.
- Ragusa-Netto, J. & Fecchio, A. 2006. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the southern Pantanal (Brasil). **Brasilian Journal of Biology** **66(4)**: 1021-1032
- Reis, N.R. dos; Peracchi, A.L.; Pedro, W.A. & Lima, I.P. de. 2007. **Morcegos do Brasil**. Londrina. Pp.253.
- Ruby, J.; Nathan, P.T.; Balasingh, J. & Kunz, T.H. 2000. Chemical composition of fruits and leaves eaten by the short-nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*. **Journal of Chemical Ecology** **26**: 2825-2841.
- Rieger, J.F. & Jacob, E.M. 1988. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. **Biotropica** **20**: 161-164.
- Santos, M.D. & Blatt, C.T. 1998. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** **21(2)**: 135-140.
- Sato, T.M.; Passos, F.C. & Nogueira, A.C. 2008, Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. **Papéis Avulsos de Zoologia** **48 (3)**: 19-26.
- Schaefer, H.M.; Schmidt, V. & Winkler, H. 2003. Testing the defence trade-off hypothesis: how contents of nutrients and secondary compounds affect fruit removal. **Oikos** **102**: 318-328.
- Serio-Silva, J.C.; Rico-Gray, V.; Hernández-Salazar, L.T. & Espinosa-Gómez, R. 2002. Howler Monkeys, *Alouatta palliata mexicana*, Released on an Island in Southern Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology** **18(6)**: 913-928.
- Shilton, L.A.; Altringham, J.D.; Compton, S.G. & Whittaker, R.J. 1999. Old World fruit bats can be long-distance seed dispersers through extended retention of viable seeds in the gut. **Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences** **266**: 219-223.
- Silva, M.R. & Silva, M.A. 1999. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição** **12 (1)**: 5-19.
- Silva, G.G.; Diniz, R.G. & Silva, M.E. 2007. Avaliação química do mamão papaia (*Carica papaya* L.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia** **3**: 1-7
- Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529. In: Wilson DE, Reeder DM, (ed.). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. Baltimore (MD): Johns Hopkins University Press.
- Soares, S. E. 2002. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição** **15(1)**: 71-81.
- Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugar. **Journal Biological Chemistry** **160**: 61-68.

- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica Sistemática**. Editora: Instituto Plantarum de Estudos da Flora p. 640.
- Swain, T & Hillis, W.E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science and Food Agriculture** **10**: 63-68.
- Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. **Annual Review of Plant Physiology** **28**: 479-501.
- Teixeira, R.C.; Corrêa, C.E.; Fischer, E. 2009. Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **44**(1): 7 - 15
- Thies, W.; Kalko, E.K.V. & Schnitzler, H.U. 1998. The roles of echolocation and olfaction in two neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. **Behavioral Ecology and Sociobiology** **42**: 397-409.
- Thies, W. & Kalko E.V. 2004. Phenology of Neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two shorttailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**. **104**:362-376.
- van der Pijl, L. 1982. **Principles of dispersal in higher plants**. NewYork: Springer Verlag.ED. Pp.862
- van Huystee, R.B. 1987. Some molecular aspects plant peroxidase biosynthetic studies **Annual Review of Plant Physiology** **38**: 205-219.
- Van Loon, L.C. 1997. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. **European Journal of Plant Pathology** **103**: 753-765.
- Van Loon, L.C.; Rep, M. & Pieterse, C.M.J. 2006. Significance of Inducible Defense related Proteins in Infected Plants. **Annual Review of Phytopathology** **44**:135-162
- Wendin, M.C.; Runkle, J.R. & Kalko, E.K.V. 2000. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica** **32 (3)**: 489-501.
- Whittaker, R. & Jones, S.H. 1994. The Role of Frugivorous Bats and Birds in the rebuilding of a Tropical Forest Ecosystem, Krakatau, Indonesia. **Journal of Biogeography** **21(3)**: 245-258
- Witmer, M.C. 2001. Nutritional Interactions and Fruit Removal: Cedar Waxwing Consumption of *Viburnum opulus* Fruits in Spring **Ecology** **82(11)**: 3120-3130.
- Wranghan, R. W. & Waterman, P.G. 1983 Condensed Tannins in Fruits Eaten by Chimpanzees. **Biotropica** **15(3)**: 217-222.
- Zortea, M. & Mendes, S.L. 1993. Folivory in the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **9**:117-120.

Apendix:

Apendix 01: Média e desvio padrão da porcentagem de água e nutrientes (açúcar total, açúcar redutor, proteínas e lipídeos) por grama de fruto seco, presentes em frutos imaturos (FI) e frutos maduros (FM) de cinco espécies vegetais consumidas por morcegos no Pantanal do Miranda, Corumbá – MS.

Espécie	n°ind *	Água (%)		Açúcar Total (%PS)		Açúcar redutor (%PS)		Proteínas (%PS)		Lipídeos (%PS)	
		FI	FM	FI	FM	FI	FM	FI	FM	FI	FM
<i>Cecropia pachystachya</i>	25	74,99 (±3,97)	74,34 (±3,80)	17,61 (±13,17)	33,05 (±23,95)	10,22 (±8,73)	21,94 (±14,23)	0,99 (±0,40)	0,28 (±0,29)	3,07 (±1,67)	3,93 (±1,62)
<i>Piper angustifolium</i>	2	66,20 (±5,32)	70,06 (±0,30)	10,98 (±8,60)	62,77 (±39,90)	6,05 (±6,54)	47,06 (±32,51)	0,40 (±0,03)	0,70 (±0,23)	5,15	2,62
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	72,14	77,12	18,10	45,79	4,84	29,55	0,38	0,17	2,64	1,96
<i>Ficus pertusa</i>	5	79,56 (±1,29)	77,74 (±3,05)	10,27 (±4,59)	54,45 (±36,27)	4,70 (±1,97)	37,48 (±22,47)	0,17 (±0,11)	0,17 (±0,08)	2,35 (±1,33)	3,30 (±0,02)
<i>Ficus luschnathiana</i>	1	73,00	74,84	4,34	16,41	2,57	6,75	0,12	0,28	nd**	14,08

*Esta coluna representa o número de indivíduos que foram analisados para cada espécie vegetal, sendo que cada indivíduo gerou uma amostra imatura e outra madura

**nd – não detectado

Apendix 02: Média e desvio padrão da porcentagem de compostos fenólicos totais e taninos por grama de peso seco encontrados nos frutos imaturos (FI) e frutos maduros (FM) de cinco espécies vegetais consumidas por morcegos no Pantanal do Miranda, Corumbá –MS.

Espécie	n°ind *	Fenol total (%PS)		Tanino (%PS)	
		FI	FM	FI	FM
<i>Cecropia pachystachya</i>	25	6,56 (±3,52)	3,50 (±4,16)	1,32 (±0,97)	0,79 (±0,53)
<i>Piper angustifolium</i>	2	0,88 (±0,14)	1,03 (±0,17)	0,21 (±0,08)	0,08 (±0,07)
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0,80	0,43	0,60	0,00
<i>Ficus pertusa</i>	5	2,48 (±1,09)	1,29 (±0,49)	0,78 (±0,39)	0,44 (±0,27)
<i>Ficus luschnathiana</i>	1	2,89	1,04	0,97	0,44

*Esta coluna representa o número de indivíduos que foram analisados para cada espécie vegetal, sendo que cada indivíduo gerou uma amostra imatura e outra madura

Apêndice 03: Média e desvio padrão referentes à atividade peroxidásica específica de isoenzimas ácidas (pH = 5,0) e neutras (pH = 7,0) nos frutos imaturos (FI) e maduros (FM) coletados no Pantanal, Corumbá-MS.

Espécie	n°ind	**UAE específica - PH 7,0		**UAE específica - PH 5,0	
		UAE tot/g proteína		UAE tot/g proteína	
		FI	FM	FI	FM
<i>Cecropia pachystachya</i>	25	271,89 (±169,35)	412,47 (±410,97)	243,34 (±156,12)	477,50 (±306,75)
<i>Piper angustifolium</i>	2	198,50 (±33,30)	190,85 (±124,75)	192,83 (±4,06)	195,08 (±125,86)
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	369,44	1089,27	423,55	1559,32
<i>Ficus pertusa</i>	5	366,10 (±199,81)	433,14 (±196,72)	532,42 (±174,9)	436,93 (±187,22)
<i>Ficus luschnathiana</i>	1	615,64	282,32	472,85	386,48

*Esta coluna representa o número de indivíduos que foram analisados para cada espécie vegetal, sendo que cada indivíduo gerou uma amostra imatura e outra madura

**UAE específica – Unidade de atividade enzimática por grama de proteína presente nos frutos.

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](#)