

unesp 

CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

**INFLUÊNCIA DA
DISPONIBILIDADE SAZONAL E
DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
ITENS ALIMENTARES NO
CONSUMO DO MACACO-PREGO**

Adriana de Almeida

MESTRADO

PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL



Biologia
Estrutural

PÓS-GRADUAÇÃO

Adriana de Almeida

Influência da disponibilidade sazonal e da composição química
de itens alimentares no consumo do macaco-prego

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Bos Mikich

Co-orientadora: Cristiane Vieira Helm

São José do Rio Preto
2013

Almeida, Adriana de

Influência da disponibilidade sazonal e da composição química de itens alimentares no consumo do macaco-prego / Adriana de Almeida. - São José do Rio Preto: [s.n.], 2013. 133 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Sandra Bos Mikich

Co-orientadora: Cristiane Vieira Helm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. *Sapajus nigritus*. 2. Fenologia. 3. Ecologia nutricional. I. Mikich, Sandra Bos. II. Helm, Cristiane Vieira. III. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 591.53

Adriana de Almeida

Influência da disponibilidade sazonal e da composição química
de itens alimentares no consumo do macaco-prego

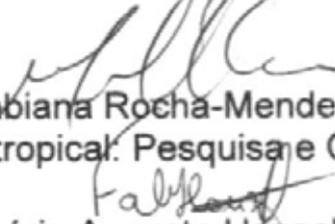
Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Banca Examinadora

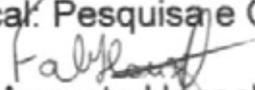
Prof^ª. Dr^ª. Sandra Bos Mikich
Embrapa Florestas – Colombo/PR
Orientadora



Prof^ª. Dr^ª. Fabiana Rocha-Mendes
Instituto Neotropical de Pesquisa e Conservação – Curitiba/PR



Prof. Dr. Fabrício Augusto Hansel
Embrapa Florestas – Colombo/PR



Colombo
15 de fevereiro de 2013

AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente e principalmente de agradecer minha orientadora Dr.^a Sandra Bos Mikich, por ter me dado oportunidade de trabalhar em conjunto com ela e também total apoio e amizade desde meu estágio da graduação, tendo sido sempre exemplo de dedicação e de ética profissional, que espero levar para a vida toda;

Ao M.Sc. Dieter Liebsch, que desde o início do projeto sempre esteve à disposição para ajudar e também foi responsável por toda a logística das coletas em campo, sua participação foi fundamental para a realização deste projeto;

À Dr.^a Cristiane Vieira Helm, que aceitou prontamente a minha co-orientação, cedeu seu laboratório e compartilhou da sua experiência para as análises químicas, além de sempre estar à disposição para solucionar os problemas de percurso;

Ao Dr. Fabrício Hansel, que me ajudou na determinação de açúcares de todas as amostras, tendo paciência para me auxiliar no uso do cromatógrafo e interpretação e análise dos resultados;

Aos componentes da minha banca de qualificação, Fabrício Hansel, Edilson Batista de Oliveira, George Brown e Susete Chiarello Penteado, pelas valiosas sugestões;

À Dayanne Regina Mendes Andrade, não tenho palavras para agradecer, foi fundamental para o desenvolvimento deste projeto, tendo me ensinado e me ajudado a executar todas as análises em laboratório, foi responsável por distribuir as tarefas e monitorar o seu andamento, e cedeu seu tempo para realizar muitas das análises;

À Remasa Reforestadora Ltda. e Celulose Irani S. A., por ceder as áreas para a realização da pesquisa, pelo apoio em campo e auxílio financeiro para a execução do projeto;

À Embrapa Florestas, pela disponibilização da infraestrutura de laboratórios, biblioteca e materiais e pelo financiamento para a execução do projeto;

Ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado através do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do IBILCE/UNESP;

Ao IAP, pela autorização de pesquisa e ao Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo e seus funcionários pela disponibilização da estrutura e apoio ao desenvolvimento do projeto em campo;

À administração da Fazenda Cagibi, na pessoa do Sr. Jairo, que cedeu sua área para a realização de coletas;

Aos colegas de mestrado: Wagner Rafael Lacerda, Juliana Bombarda Ruim, pela troca de experiência em campo; Urubatan Moura por ter participado das coletas de frutos e seiva nas áreas da Irani e, principalmente, à Lays Cherobim Parolin, que durante todo o curso compartilhou a amizade, vivências e dificuldades, desde as disciplinas até análises de laboratório e discussão dos resultados;

Aos docentes da Unesp e convidados responsáveis pelas disciplinas que cursei: Prof.^a Dr.^a Eliane Gonçalves de Freitas, Prof. Dr. Gustavo Quevedo Romero, M.Sc. Diogo Borges Provete, Dr. Thiago Gonçalves-Souza, Dr. Fernando R. Silva, todos foram importantes para a minha formação; gostaria de agradecer principalmente a coordenadora do PPG-Biologia Animal, Prof.^a Dr.^a Lillian Casatti, por todo o apoio, que foi de fundamental importância, ao longo do curso;

A todos os estagiários que de alguma forma ajudaram em campo e/ou em laboratório durante os dois anos de pesquisa: Thiago, Eli, Marcella, Marina, Isabela, Manoela, Juliana, Érika, Keila;

Finalmente, gostaria de agradecer à família e amigos, que sempre foram compreensivos e me incentivaram durante este período, principalmente na finalização desta dissertação (em particular à Lica, pela ajuda de última hora).

Meu agradecimento especial é para a minha mãe, Ivone, que é o meu porto seguro, exemplo de força, bondade e superação.

RESUMO GERAL

A supressão e fragmentação de habitats estão entre as principais ameaças à biota, sobretudo devido à diminuição da disponibilidade de recursos. O macaco-prego (*Sapajus nigritus*), endêmico da Mata Atlântica, invade plantios de pinus e outras monoculturas agrícolas, como o milho, em busca de alimento, gerando conflitos com produtores florestais e agrícolas. Enquanto o consumo da seiva de *Pinus* spp. ocorre no período de baixa disponibilidade de frutos na floresta nativa (inverno/primavera), os danos ao milho ocorrem em qualquer período do ano em que este esteja disponível. Adicionalmente, apesar de apresentar uma dieta bastante generalista, nem todas as espécies de frutos disponíveis são consumidas pelo macaco-prego, independente da sua abundância. Embora a seleção dos alimentos por animais seja feita de maneira a otimizar o gasto energético para sua obtenção e diminuir o risco de predação, existe uma complexidade de fatores envolvidos nessa escolha, entre eles a fenologia e a composição química. Este estudo buscou caracterizar a composição química de itens alimentares que integram a dieta do macaco-prego, bem como de itens sabidamente evitados por ele, em duas formações florestais da Mata Atlântica do sul do Brasil, avaliando a sua influência, bem como da disponibilidade sazonal na dieta desse primata. Primeiramente, frutos disponíveis nessas formações foram categorizados em alto (AF), baixo (BF) e nenhum consumo (NC) com base em frequências relativas de consumo, previamente estudadas. Na sequência, foram coletados, quando maduros, e tiveram caracterizadas concentrações de umidade, cinzas, proteínas, fibras, lipídios, carboidratos, glicose, frutose, vitamina C, minerais e compostos fenólicos totais para 52 espécies de frutos (22 AF, 13 BF e 17 NC). Adicionalmente, foram caracterizados seis outros itens alimentares e amostras de seiva de três espécies de *Pinus* spp.: duas consumidas – *P. taeda* e *P. elliotti* – e uma evitada – *P. patula* – por *S. nigritus*. As coletas de seiva foram conduzidas sazonalmente, tendo sido realizadas quatro coletas durante um ano, uma a cada estação. Água, carboidratos e fibras predominaram na composição de todos os itens analisados. As características dos frutos foram ordenadas por meio de análises de componentes principais, mas não foram evidenciadas separações claras entre as classes de consumo, ao contrário do esperado, já que a dieta

frugívora do macaco-prego foi altamente variável quanto aos compostos químicos analisados. A variação na disponibilidade do alimento faz com que esse primata mude suas preferências de acordo com a fenologia das espécies de plantas. O consumo sazonal de *Pinus* spp. por *S. nigritus* não parece estar relacionado à concentração de nutrientes. A seiva é um alimento de baixa qualidade, porém, com alta importância para o macaco-prego, já que compreende a maior parte da sua dieta em determinados períodos do ano quando a oferta de outros itens é escassa. A concentração diferencial de compostos fenólicos totais em *P. patula* nos meses de escassez de frutos indica uma possível causa para a sua rejeição por parte de *S. nigritus*. A determinação de substâncias capazes de repelir os ataques desse primata a plantios florestais poderia auxiliar no desenvolvimento de ferramentas para minimizar os danos por ele causados.

Palavras-chave: *Sapajus nigritus*. Fenologia. Ecologia Nutricional.

GENERAL ABSTRACT

Fragmentation and habitat loss are among the main threats to wildlife, especially due to decrease in resources availability. The brown capuchin monkey (Sapajus nigritus), endemic to the Atlantic Forest, invades pine and other agricultural monocultures, such as corn, in search of food, which ends up causing conflicts with forest and agricultural producers. While phloem sap consumption of Pinus spp. occurs exclusively in the low-availability period of fruits from native forest (winter/spring), corn damage occurs at any period of the year in which it is available. Additionally, although it has a fairly generalist diet, not all fruit species available in a given area are consumed by brown capuchin monkeys, regardless of their abundance. Even though food selection by animals is made in such a way to minimize the energy expenditure for getting it, and decrease predation risk, there is a complex set of factors involved in this choice, including phenology and chemical composition of food. This study aimed to characterize the chemical composition of both food items from the diet and items known to be avoided by brown capuchin monkeys, in two Atlantic Forest formations. Also, their influences in this primate diet, as well as their seasonal availability were evaluated. First, fruits available from these formations were categorized into highly consumed (AF), low consumption (BF) and not consumed (NC), based on their relative frequency of consumption, previously studied. As a result, they were collected, when ripe, and had their concentrations of moisture, ash, proteins, fibers, lipids, carbohydrates, glucose, fructose, vitamin C, minerals and total phenolic compounds from 52 species of fruits (AF 22, 13 BF and 17 NC) characterized. Additionally, six other food items and phloem sap samples from three species of Pinus spp. were characterized: two consumed – P. taeda and P. elliotti – and one avoided – P. patula – by S. nigritus. Sap samplings were conducted seasonally, being performed four samples during a year, one each season. Water, carbohydrates and fiber predominated in the composition of all items analyzed. Fruit traits were arranged by Principal Component Analysis, but it was not evidenced clear separations between consumer classes, unlike expected, since frugivore diet of brown capuchin monkeys was highly variable with respect to chemical traits analyzed. Variation in availability of food causes preferences change in this primate

according to phenology of plant species. Seasonal consumption of Pinus spp. by S. nigritus does not seem to be related to nutrient concentration. Sap is a low-quality food, but with high importance for brown capuchin monkeys, since it comprises the main part of their diet in some periods of the year when food supply is scarce. Differential concentration of total phenolic compounds in P. patula during fruit shortage period indicates a possible cause for its rejection by S. nigritus. Determination of substances capable of repelling the attacks of this primate to forest plantations could assist in the development of tools which could help minimize this kind of damage.

Key-words: Sapajus nigritus. Phenology. Nutritional Ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.1 – Distribuições de frequência dos nutrientes da composição centesimal em cada classe de consumo de frutos por área de estudo _____ 49
- Figura 1.2 – Distribuições de frequência de glicose, frutose, vitamina C, zinco, cobre e ferro em cada classe de consumo de frutos por área de estudo _____ 50
- Figura 1.3 – Distribuições de frequência de manganês, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e compostos fenólicos totais em cada classe de consumo de frutos por área de estudo _____ 51
- Figura 1.4 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo, baixa frequência de consumo e não consumidos por *Sapajus nigratus* de Floresta Estacional Semidecidual nos dois primeiros componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B) _____ 53
- Figura 1.5 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo, baixa frequência de consumo e não consumidos por *Sapajus nigratus* de Floresta Estacional Semidecidual nos dois primeiros componentes principais das características químicas de minerais (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B) _____ 55
- Figura 1.6 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo, baixa frequência de consumo e não consumidos por *Sapajus nigratus* de Floresta Ombrófila Mista nos dois primeiros componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares (A) e localização dos *loadings* (pontos) das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B) _____ 57

Figura 1.7 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo, baixa frequência de consumo e não consumidos por <i>Sapajus nigritus</i> de Floresta Ombrófila Mista nos dois primeiros componentes principais das características químicas de minerais (A) e localização dos <i>loadings</i> das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B) _____	59
Figura 2.1 – Localização das espécies de frutos selvagens de uma área de ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual nos dois primeiros componentes principais das características químicas e localização dos <i>loadings</i> das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA ____	88
Figura 2.2 – Localização das espécies de frutos selvagens de uma área de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista nos dois primeiros componentes principais das características químicas e localização dos <i>loadings</i> das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA _____	90
Figura 3.1 – Tipos de danos causados por <i>Sapajus nigritus</i> em plantios de pinus _____	105
Figura 3.2 – Evolução da intensidade de danos causados em <i>Pinus</i> spp. durante dois ciclos sazonais em relação à produtividade de <i>Araucaria angustifolia</i> e número de espécies em frutificação em uma área de Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil _____	106
Figura 3.3 – Metodologia utilizada para retirada de amostras de seiva _____	109
Figura 3.4 – Localização das amostras de três espécies de <i>Pinus</i> spp. nos dois primeiros componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares e localização dos <i>loadings</i> das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA _____	117
Figura 3.5 – Localização das amostras de três espécies de <i>Pinus</i> spp. nos dois primeiros componentes principais das características químicas de minerais e localização dos <i>loadings</i> das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA _____	118

Figura 3.6 – Valor médio (\pm desvio padrão) do teor de compostos fenólicos totais ($\mu\text{g/ L}$) presentes na seiva de três espécies de *Pinus* spp. de indivíduos de plantios com idade de 10 anos _____ **121**

Figura 3.7 – Concentração dos teores de nutrientes e antinutrientes na seiva de três espécies de *Pinus* spp. em cada estação de um ciclo sazonal _____ **122**

Figura 3.8 – Valor médio (\pm desvio padrão) do teor de compostos fenólicos totais ($\mu\text{g/ L}$) presentes na seiva de três espécies de *Pinus* spp. nas diferentes idades amostradas _____ **123**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Caracterização de composição centesimal, açúcares, vitamina C, minerais e compostos fenólicos totais de frutos silvestres e outros sete itens alimentares de <i>Sapajus nigritus</i> coletados em duas formações florestais da Mata Atlântica no sul do Brasil _____	44
Tabela 1.2 Valores mínimo, médio, máximo e número de casos válidos das características químicas [†] para frutos com alta, baixa e nenhuma frequência de consumo por <i>Sapajus nigritus</i> em duas formações florestais da Mata Atlântica do sul do Brasil _____	47
Tabela 1.3 Análise de componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares em frutos selvagens da Floresta Estacional Semidecidual. <i>Loadings</i> acima de 0.6 estão ressaltados em negrito _____	52
Tabela 1.4 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de Floresta Estacional Semidecidual. <i>Loadings</i> acima de 0.6 estão ressaltados em negrito _____	54
Tabela 1.5 Análise de componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares em frutos selvagens da Floresta Ombrófila Mista. <i>Loadings</i> acima de 0.6 estão ressaltados em negrito _____	56
Tabela 1.6 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de Floresta Ombrófila Mista. <i>Loadings</i> acima de 0.6 estão ressaltados em negrito _____	58
Tabela 2.1 Teste de Qui-Quadrado entre o consumo das espécies disponíveis a cada mês do ciclo sazonal em uma área de ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual _____	85
Tabela 2.2 Teste de Qui-Quadrado entre o consumo das espécies disponíveis a cada mês do ciclo sazonal em uma área de ocorrência de Floresta Ombrófila	

Mista _____	86
Tabela 2.3 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de uma área de Floresta Estacional Semidecidual _____	87
Tabela 2.4 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de uma área de Floresta Ombrófila Mista _____	89
Tabela 3.1 Caracterização química de composição centesimal, açúcares, vitamina C, minerais e compostos fenólicos totais de amostras de seiva de três espécies de <i>Pinus</i> spp. com diferentes idades de plantio ao longo de um ciclo sazonal _____	115
Tabela 3.2 Análise de componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares em de três espécies de pinus de diferentes idades amostradas ao longo de um ciclo sazonal completo _____	117
Tabela 3.3 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em três espécies de pinus de diferentes idades amostradas ao longo de um ciclo sazonal completo _____	118
Tabela 3.4 Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação dos elementos químicos* analisados na seiva dentro de e entre cada espécie de <i>Pinus</i> spp. _____	119
Tabela 3.5 Valores médio, mínimo e máximo encontrados para características químicas de frutos preferenciais na dieta de <i>Sapajus nigritus</i> em uma área de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista na região Sul do Brasil _____	120

SUMÁRIO

Introdução Geral	16
Objetivos	23
<i>Objetivo Geral</i>	23
<i>Objetivos Específicos</i>	23
Literatura Citada	24
1 Capítulo I: Caracterização química de itens alimentares consumidos e evitados por populações-problema de macaco-prego (<i>Sapajus nigritus</i>) em duas formações florestais da Mata Atlântica	28
Resumo	29
Abstract	31
1.1 Introdução	33
1.2 Material e Métodos	36
1.2.1 <i>Áreas de estudo</i>	36
1.2.2 <i>Dieta</i>	37
1.2.3 <i>Coletas</i>	38
1.2.4 <i>Análises químicas</i>	39
1.2.5 <i>Análises estatísticas</i>	42
1.3 Resultados	43
1.4 Discussão	60
Literatura Citada	66
2 Capítulo II: A contribuição da disponibilidade sazonal e da composição química na seleção de alimentos pelo macaco-prego (<i>Sapajus nigritus</i>)	71
Resumo	72
Abstract	74
2.1 Introdução	76
2.2 Material e Métodos	80
2.2.1 <i>Áreas de estudo</i>	80
2.2.2 <i>Fenologia</i>	81
2.2.3 <i>Dieta</i>	81
2.2.4 <i>Análises estatísticas</i>	82
2.3 Resultados	84

2.4 Discussão _____	91
Literatura Citada _____	95
3 Capítulo III: Variação na concentração de nutrientes e antinutrientes na seiva de <i>Pinus</i> spp. e sua relação com os danos causados por macacos-prego (<i>Sapajus nigritus</i>) _____	99
Resumo _____	100
Abstract _____	102
3.1 Introdução _____	104
3.2 Material e Métodos _____	108
3.2.1 <i>Área de estudo</i> _____	108
3.2.2 <i>Coletas</i> _____	108
3.2.3 <i>Análises químicas</i> _____	110
3.2.4 <i>Análises estatísticas</i> _____	112
3.3 Resultados _____	114
3.4 Discussão _____	124
Literatura Citada _____	127
Considerações Finais _____	130
Apêndice I _____	132
Quadro I – Nomenclatura oficial das espécies de plantas citadas nesta dissertação e respectivos códigos utilizados nas figuras e tabelas _____	132

INTRODUÇÃO GERAL

Adaptações dos animais

A supressão e a fragmentação de habitats estão entre as principais ameaças à vida silvestre, principalmente devido à diminuição da disponibilidade de recursos (MYERS et al., 2000). Algumas espécies têm a capacidade de alterar seu comportamento e se adaptar a áreas alteradas pelo homem e até incluir itens cultivados em sua dieta (HILL, 1997). Animais onívoros com alta capacidade de aprendizado e plasticidade ecológica se adaptam a ambientes antropizados (ELSE, 1991), invadindo monoculturas agrícolas (e.g. HILL, 1997; NAUGHTON-TREVES, 1998; SAJ; SICOTTE; PATERSON, 2001; VIDOLIN; MIKICH, 2004) e florestas plantadas (e.g. VON DEM BUSSCHE; VAN DER ZEE, 1985; MAGANGA; WRIGHT, 1991; KATSVANGA; MUDYIWA; GWENZI, 2006) para obter água e alimentos, o que permite a essas espécies suportar os efeitos negativos da redução e fragmentação de seus habitats naturais (ROCHA, 2000; BERNADO; GALETTI, 2004; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2006; ANDERSON; ROWCLIFE; COWLISHAW, 2007).

O macaco-prego

Macacos-prego pertencentes ao gênero *Cebus* (Primates: Cebidae) são um grupo taxonômico muito diversificado. A grande variação morfológica, ecológica e comportamental entre espécies deste grupo motivou a divisão dos macacos-prego em dois grupos distintos: um grupo com tufo e outro sem tufo (ELLIOT, 1913; SILVA JR, 2005). Mais recentemente, após análises moleculares e filogenéticas, foi proposta a alocação desses dois grupos em gêneros diferentes, em que os macacos-prego sem tufo foram agrupados no gênero *Cebus* Erxleben, 1777, e os

macacos-prego com tufo no gênero *Sapajus* Kerr, 1792 (LYNCH ALFARO, 2012a; LYNCH ALFARO, 2012b).

Esta nova classificação considera a existência de quatro espécies de macacos-prego pertencentes ao gênero *Cebus* (*C. albifrons*, *C. capucinus*, *C. olivaceus*, e *C. kaapori*) e de oito espécies pertencentes ao gênero *Sapajus* (*S. apella*, *S. macrocephalus*, *S. libidinosus*, *S. cay*, *S. nigritus*, *S. robustus*, *S. xanthosternos*, e *S. flavius*) (LYNCH ALFARO, 2012a; LYNCH ALFARO, 2012b).

Macacos-prego do gênero *Sapajus* estão amplamente distribuídos pela América do Sul, ocupando vários tipos de habitat, desde florestas tropicais densas e úmidas até áreas de Cerrado e Caatinga (IUCN 2012). *Sapajus nigritus* é endêmico da Mata Atlântica e distribui-se no Brasil na região sudeste e sul – estendendo-se desde a margem direita do rio Doce (MG e ES) até o Rio Grande do Sul – e na Argentina na região nordeste (VILANOVA et al., 2005; SILVA JR, 2005). Apesar de sua distribuição ser relativamente ampla, esta espécie é classificada na categoria “Quase Ameaçada” (Near Threatened) pela IUCN (2012), com uma tendência de diminuição da população. Entre as principais ameaças à sua conservação estão a perda e degradação de habitats e a caça ilegal (KIERULFF et al. 2008).

Sapajus nigritus é um primata generalista e sua dieta está baseada em insetos, ovos de aves, pequenos vertebrados, folhas, bulbos e, principalmente, sementes e frutos (GALETTI; PEDRONI, 1994; MIKICH, 2001; LUDWIG et al., 2005). Segundo Galetti e Pedroni (1994) e Izar (2008), a composição de frutos presentes na dieta dessa espécie reflete a composição florística do ambiente em que é encontrada, bem como a disponibilidade sazonal dos frutos.

Disponibilidade do alimento

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES) são formações florestais da Mata Atlântica em que há ocorrência dessa espécie de macaco-prego e entre as características de ambas as formações está a sazonalidade acentuada na frutificação, com períodos de alta e de baixa disponibilidade de frutos zoocóricos (MIKICH; SILVA, 2001; LIEBSCH; MIKICH, 2009). Para a FES, Mikich e Silva (2001), trabalhando com diversas formas de vida zoocóricas, registraram forte sazonalidade reprodutiva e encontraram um pico de frutos maduros entre maio e agosto, coincidindo com a estação chuvosa. Já na FOM, Liebsch e Mikich (2009) encontraram que a precipitação não foi um fator relevante para o pico de frutificação, que apresentou, nesta formação, uma correlação positiva com o fotoperíodo e a temperatura, ocorrendo entre dezembro e março.

Valor do alimento

Grande parte das plantas em florestas tropicais tem as suas sementes dispersas por animais (HOWE; SMALLWOOD, 1982; PIVELLO et al., 2006). Para facilitar a dispersão, as sementes são envoltas por uma matriz comestível que serve como atrativo para potenciais agentes dispersores (MILTON, 2008). Sendo esta matriz a “recompensa” para os dispersores, a sua composição química (nutrientes e antinutrientes) deve ser um fator importante na decisão de escolha dos frutos por parte de seus consumidores (FRANCENER, 2006), porém pouco abordada em estudos comparativos de seleção de frutos por mamíferos de florestas tropicais (MILTON, 2008). Os carboidratos solúveis são as maiores recompensas nutricionais encontradas na maioria dos frutos dispersos por vertebrados. Nos frutos consumidos por frugívoros, os açúcares predominantes na polpa são glicose e frutose, sendo os

níveis de sacarose normalmente baixos (KO; CORLETT; XU, 1998). As quantidades destes nutrientes influenciam nas preferências de consumo (MARTÍNEZ DEL RIO; RESTTREPO, 1993; KO; CORLETT; XU, 1998; MILTON, 2008). O mesmo ocorre com os minerais presentes nos frutos e outras partes das plantas, como o cálcio, um macromineral essencial para a manutenção e reprodução nos animais, além de ser importante na manutenção celular e funções neuromusculares e estruturais (RUBY et al., 2000).

Além dos nutrientes, as plantas produzem também uma classe de compostos que parece não ter qualquer função direta de crescimento e desenvolvimento, os chamados compostos secundários. Entre as funções dos compostos secundários nas plantas está a proteção contra ataques de herbívoros e infecções por microrganismos, além da atração de polinizadores e animais dispersores (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os compostos deterrentes podem interferir na digestão ou outras funções no animal e geralmente são sinalizados ao animal pela impalatabilidade do alimento ou até pelo seu odor (IZHAKI et al., 2002; LASKA; FREIST; KRAUSE, 2007).

Escolha do alimento

Animais generalistas, como o macaco-prego, apesar de consumirem uma ampla gama de alimentos, normalmente exibem certo grau de preferência por alguns itens. De acordo com Begon e cols. (2006), pode-se dizer que um animal exibe preferência por um tipo particular de alimento quando a sua proporção na dieta do animal é maior de que a sua proporção no ambiente em que o animal se encontra. A seiva de pinus não é um item alimentar preferencial na dieta de *Sapajus nigritus*, uma vez que, com o aumento da disponibilidade de frutos, estes passam a compor a

base da sua dieta. Por outro lado, este animal exhibe preferência dentre espécies de *Pinus* disponíveis (MIKICH; LIEBSCH, 2009), chegando a desprezar algumas (e.g. *P. patula*) (S.B. MIKICH, com. pess.). Ao contrário do que ocorre com o pinus, porém, o consumo de espigas de milho na FES ocorre de forma independente da disponibilidade de frutos, indicando uma preferência por esta cultura (S. B. MIKICH, dados não publicados). Da mesma forma, nessa formação florestal foram identificadas espécies de frutos zoocóricos nitidamente evitados pelo macaco-prego, sugerindo a presença de eventuais deterrentes.

Conflitos com produtores agrícolas e florestais

As variações na disponibilidade de recursos alimentares, que podem ser acentuadas pela ação antrópica, impõem restrições às espécies que ocupam esses ambientes, incluindo o macaco-prego. Apesar de *Sapajus nigritus* apresentar um alto grau de flexibilidade ecológica (FRAGASZY; VISALBERGHI; ROBINSON, 1990), incluindo a capacidade de se adaptar rapidamente a mudanças na disponibilidade de alimento (CHIARELLO, 2003; VISALBERGHI et al., 2003; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2006; FREITAS et al., 2008; RÍMOLI; STRIER; FERRARI, 2008; MIKICH; LIEBSCH, 2009), a escassez de alimento em seu habitat natural aumenta a frequência de forrageio em habitats e recursos antrópicos, como cultivos de pinus, mandioca, milho, cana-de-açúcar e outros (GALETTI; PEDRONI, 1994; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2006; FREITAS et al., 2008; RÍMOLI; STRIER; FERRARI, 2008; MIKICH; LIEBSCH, 2009). Esse comportamento pode resultar em danos a esses cultivos, levando essa espécie a ser referida como uma praga, embora o termo recomendado seja “populações-problema” já que o comportamento da espécie não é uniforme entre suas diferentes populações (*vide* SANTOS et al., 2007).

No caso do consumo do pinus, o dano é causado quando o macaco-prego retira a casca da árvore (ritidoma) em tiras longas, geralmente no terço superior do tronco, em dois tipos básicos de padrão: no padrão “janela”, apenas uma face do tronco é danificada, enquanto no padrão “anelar” o descascamento se dá em toda a circunferência do caule, causando um anelamento, em um ou mais entrenós. No entanto, no caso de árvores jovens (quatro anos), apesar de pouco comum, o dano pode atingir todo o tronco. Independente do padrão do dano, o objetivo do animal é o consumo de seiva elaborada, ingerida junto com o floema, o que interrompe a sua condução quando o dano tem o padrão anelar (MIKICH; LIEBSCH, 2009). Nesse caso, a porção superior da árvore seca, comprometendo o seu crescimento e causando estresse, o que, por sua vez, favorece o ataque por organismos patogênicos ou insetos (VON DEM BUSSCHE; VAN DER ZEE, 1985; MAGANGA; WRIGHT, 1991) ou até a morte (KOEHLER; FIRKOWSKI, 1996). Apesar desse recurso estar presente o ano todo, o consumo ocorre exclusivamente entre junho e dezembro, período com baixa produção de frutos na FOM (MIKICH; LIEBSCH, 2009).

No caso do milho, os macacos-prego consomem as espigas imaturas em grande quantidade, de tal forma que em plantios pequenos podem causar danos significativos (VIDOLIN; MIKICH, 2004). Os danos acontecem desde a fase de desenvolvimento da planta conhecida como “boneca” até após a colheita.

Entre outras, as culturas de pinus e de milho representam importantes componentes econômicos da região sul do Brasil (SANGOI et al., 2003; VASQUES et al., 2007). O plantio de pinus, com áreas de florestas plantadas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul totalizando, até 2011, 1.361.767 ha ou 84% da área total plantada de pinus no Brasil (ABRAF, 2012), além de promover o

desenvolvimento econômico e social na região, contribui para diminuir a pressão de desmatamento sobre as formações florestais nativas (VASQUES et al., 2007). O cultivo de milho também apresenta importância socioeconômica significativa nos estados do sul do Brasil, por se caracterizar como cultura de pequena propriedade e pela extensa área de cultivo, que corresponde a aproximadamente 5 milhões de hectares nesta região do país, de acordo com a CONAB (2010).

Justificativa

Entender como *Sapajus nigritus* compõe a sua dieta, considerando as características fenológicas e químicas dos itens consumidos e evitados nas duas formações florestais, é importante para subsidiar o manejo e a conservação de “populações-problema” dessa espécie e dos ecossistemas antropizados por ela ocupados.

Esta dissertação foi organizada em três capítulos, para melhor atender aos objetivos propostos. No primeiro capítulo é investigado o papel da composição química de itens alimentares na escolha alimentar por *Sapajus nigritus*. Em ordem de alcançar esta proposta, foi necessária a determinação da composição química de itens alimentares presentes no hábitat deste primata em duas formações florestais da Mata Atlântica no sul do Brasil, uma vez que essas informações ainda não estavam disponíveis na literatura especializada. O segundo capítulo busca avaliar como a ação da composição química em conjunto com a disponibilidade de frutos afetam a frequência de consumo de frutos pelo macaco-prego. Já o terceiro capítulo avalia como as características químicas da seiva de três espécies de *Pinus* sp. afetam o seu consumo por *S. nigritus*, em diferentes estações do ano.

OBJETIVOS

Geral:

Relacionar a dieta de *Sapajus nigritus* (Primates: Cebidae) às características fenológicas e químicas (composição de nutrientes e antinutrientes) de itens alimentares em duas formações florestais do sul do Brasil para subsidiar trabalhos de manejo da espécie em plantios agrícolas e florestais.

Específicos:

- Identificar as características químicas (nutrientes e antinutrientes) de itens alimentares que compõem a dieta do macaco-prego em duas formações florestais da Mata Atlântica;
 - Com base em dados de dieta, verificar como as características químicas e a fenologia dos itens alimentares influenciam as frequências alimentares do macaco-prego;
 - Verificar se existe variação sazonal na composição química (nutrientes e antinutrientes) da seiva de espécies de *Pinus* spp. que sofrem danos por macaco-prego.
-

LITERATURA CITADA

ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2012 ano Base 2011**. Brasília, DF: 150p. 2012.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4th. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2006. 738.

CHIARELLO, A. G. Density and habitat use of Primates at an Atlantic Forest reserve of Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 1, p. 105-110, 1995.

CONAB. Safras: Séries Históricas. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>, 2010. Acesso em: 13 Novembro 2010.

ELLIOT, D. G. **Review of the Primates**. New York: American Museum of Natural History, 1913. 382.

ELSE, J. G. Non-human primates as pests. In: BOX, H. O. (Ed.). **Primate Responses to Environmental Change**. London: Chapman & Hall, 1991. p.155-165.

FRAGASZY, D. M.; VISALBERGHI, E.; ROBINSON, J. G. Variability and adaptability in the genus *Cebus*. **Folia Primatologica**, v. 54, n. 3-4, 1990 1990. ISSN 0015-5713.

FRANCENER, S. M. C. **Análise Nutricional dos Frutos de *Piper*, *Solanum* e *Ficus* e sua Importância na Dieta dos Morcegos**. 2006. 73 (Mestrado em Química). Setor de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GALETTI, M.; PEDRONI, F. Seasonal Diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in South East Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 27-39, Feb 1994. ISSN 0266-4674.

HILL, C. M. Crop-raiding by wild vertebrates: The farmer's perspective in an agricultural community in western Uganda. **International Journal of Pest Management**, v. 43, n. 1, Jan-Mar 1997. ISSN 0967-0874.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982. ISSN 0066-4162.

IZAR, P. Dispersão de sementes por *Cebus nigritus* e *Brachyteles arachnoides* em área de Mata Atlântica, Parque Estadual Intervales, SP. In: FERRARI, S. F. e RÍMOLI, J. (Ed.). **A Primatologia no Brasil**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental – UFS, v.9, 2008. p.8-24.

IZHAKI, I. et al. Within population variation and interrelationships between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits. **New Phytologist**, v. 156, n. 2, p. 217-223, Nov 2002. ISSN 0028-646X.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>, 2012. Acesso em: 28 Agosto 2012.

KATSVANGA, C. A. T.; MUDYIWA, S. M.; GWENZI, D. Bark stripping and population dynamics of baboon troops after chemical control in pine plantations of Zimbabwe. **African Journal of Ecology**, v. 44, n. 3, p. 413-416, Sep 2006. ISSN 0141-6707.

KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; RYLANDS, A. B. *Cebus nigritus*. In: **IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>, 2008. Acesso em: 29 Agosto 2012.

KO, I. W. P.; CORLETT, R. T.; XU, R. J. Sugar composition of wild fruits in Hong Kong, China. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 381-387, May 1998. ISSN 0266-4674.

KOEHLER, A.; FIRKOWSKI, C. Descascamento de pinus por macaco-prego (*Cebus apella*). **Floresta**, v. 24, n. 1/2, p. 61-75, 1996.

LASKA, M.; FREIST, P.; KRAUSE, S. Which senses play a role in nonhuman primate food selection? A comparison between squirrel monkeys and spider monkeys. **American Journal of Primatology**, v. 69, n. 3, p. 282-294, Mar 2007. ISSN 0275-2565.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 375-391, 2009.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do Estado do Paraná. **Neotropical Primates**, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2005.

_____. Acquisition behavior of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), cassava, by *Cebus nigritus* (Goldfuss) (Primates, Cebidae) as a feeding adaptation on scarcity periods. **Revista Brasileira De Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 888-890, Sep 2006. ISSN 0101-8175.

LYNCH ALFARO, J. W. et al. Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. **Journal of Biogeography**, v. 39, n. 2, Feb 2012. ISSN 0305-0270.

LYNCH ALFARO, J. W.; DE SOUSA E SILVA, J., JR.; RYLANDS, A. B. How Different Are Robust and Gracile Capuchin Monkeys? An Argument for the Use of *Sapajus* and *Cebus*. **American Journal of Primatology**, v. 74, n. 4, Apr 2012. ISSN 0275-2565.

MAGANGA, S. L. S.; WRIGHT, R. G. Bark-stripping by blue monkeys in a Tanzanian forest plantation. **Tropical Pest Management**, v. 37, n. 2, p. 169-174, 1991.

MARTÍNEZ DEL RIO, C.; RESTREPO, C. Ecological and behavioral consequences of digestion in frugivorous animals. **Vegetatio**, v. 107/108, p. 205-216, 1993.

MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. **O Macaco-prego e os Plantios de *Pinus* spp.** Comunicado Técnico, n 234. Embrapa Florestas. Colombo, PR, p.1-5. 2009

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** v. 15, p. 89-113, 2001.

MIKICH, S. B. **Frugivoria e dispersão de sementes em uma pequena reserva isolada do Estado do Paraná, Brasil.** 2001. 145 (Doutorado em Zoologia). Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MILTON, K. Macronutrient Patterns of 19 Species of Panamanian Fruits from Barro Colorado Island. **Neotropical Primates**, v. 15, n. 1, p. 1-7, 2008.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, Feb 2000. ISSN 0028-0836.

NAUGHTON-TREVES, L. Predicting patterns of crop damage by wildlife around Kibale National Park, Uganda. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 156-168, Feb 1998. ISSN 0888-8892.

PIVELLO, V. R. et al. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botânica Brasilica** v. 20, p. 845–859, 2006.

RUBY, J. et al. Chemical composition of fruits and leaves eaten by short-nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, n. 12, p. 2825-2841, Dec 2000. ISSN 0098-0331.

RÍMOLI, J.; STRIER, K. B.; FERRARI, S. F. Seasonal and longitudinal variation in the behavior of free-ranging black tufted capuchins *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) in a fragment of Atlantic Forest in Southeastern Brazil. In: FERRARI, S. F. e RÍMOLI, J. (Ed.). **A Primatologia no Brasil**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental – UFS, v.9, 2008. p.130-146.

SAJ, T. L.; SICOTTE, P.; PATERSON, J. D. The conflict between vervet monkeys and farmers at the forest edge in Entebbe, Uganda. **African Journal of Ecology**, v. 39, p. 195-199, 2001.

SANGOI, L. et al. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 33, n. 6, p. 1021-1029, 2003.

SANTOS, C. V. et al. Ecologia, comportamento e manejo de primatas invasores e populações-problema. In: BICCA-MARQUES, J. C. (Ed.). **A Primatologia no Brasil**. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, v.10, 2007. p.101-118.

SILVA JUNIOR, J. S. **Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (Primates, Cebidae)**. Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia: 11-12 p. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, RS: Artmed Editora, 2004. 719p.

VASQUES, A. G. et al. Uma síntese da contribuição do gênero *Pinus* para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. **Floresta**, v. 37, n. 3, p. 445-450, 2007.

VIDOLIN, G. P.; MIKICH, S. B. ***Cebus nigritus* (Primates: Cebidae) no P. E. Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR: estimativa populacional e área de vida, composição e dinâmica dos grupos**. Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 4. Curitiba, PR: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: 196-205 p. 2004.

VILANOVA, R. et al. Limites Climáticos e Vegetacionais das Distribuições de *Cebus nigritus* e *Cebus robustus* (Cebinae, Platyrrhini). **Neotropical Primates**, v. 13, n. 1, p. 14-19, 2005.

VISALBERGHI, E.; JANSON, C. H.; AGOSTINI, I. Response toward novel foods and novel objects in wild *Cebus apella*. **International Journal of Primatology**, v. 24, n. 3, p. 653-675, Jun 2003. ISSN 0164-0291.

VON DEM BUSSCHE, G. H.; VAN DER ZEE, D. Damage by Samango monkeys, *Cercopithecus (mitis) albogularis*, to pine trees in the Northern Transvaal. **South African Forestry Journal**, n. June, p. 43-48, 1985.

Capítulo I

Caracterização química de itens alimentares consumidos e evitados por populações-problema de macaco-prego (*Sapajus nigritus*) em duas formações florestais da Mata Atlântica

RESUMO

Frutos com porções consumíveis atraem animais vetores para facilitar a dispersão de suas sementes, sendo a composição química dessas porções um importante parâmetro para a seleção das espécies que irão compor a dieta de qualquer animal frugívoro. O macaco-prego (*Sapajus nigritus*), primata endêmico da Mata Atlântica, possui dieta onívora baseada, principalmente, em sementes e frutos. Apesar de uma grande variedade de espécies de frutos geralmente estar disponível para *S. nigritus*, apenas uma fração dessas representa a base da sua alimentação. Portanto, embora considerado generalista e oportunista, *S. nigritus* apresenta um consumo mais frequente de algumas espécies em detrimento de outras, mas os fatores determinantes nessa seleção não são bem entendidos. Este estudo buscou caracterizar a composição química de frutos presentes em duas áreas de Mata Atlântica em que ocorrem populações naturais de macaco-prego para averiguar se existe alguma distinção na constituição de nutrientes e antinutrientes entre espécies altamente consumidas, aquelas pouco consumidas e as rejeitadas por *S. nigritus* que justifiquem esse consumo diferencial. Foram conduzidas coletas mensais de frutos em quatro fragmentos florestais, dois de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e dois de Floresta Ombrófila Mista (FOM), na região sul do Brasil. A seleção das espécies para as análises químicas foi baseada nas frequências de consumo por macaco-prego. Com base nessas frequências, para as espécies de frutos foram estabelecidas três classes: alta frequência de consumo - AF, baixa frequência de consumo - BF e não consumidas - NC; os demais itens alimentares foram incluídos na classe indeterminada - IN. Os itens foram analisados de acordo com a sua composição de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras alimentares, minerais, vitamina C, açúcares e compostos secundários. Foram analisadas as composições químicas de 58 espécies de itens alimentares, dos quais 52 eram frutos (22 espécies AF, 13 BF e 17 NC). Água, carboidratos e fibras predominaram na composição dos frutos, independente da classe de consumo, nas duas áreas de estudo. As classes AF e BF não apresentaram diferença significativa entre si quanto ao teor de nutrientes e antinutrientes. Na área de FES, as médias da classe NC se

diferenciaram das médias das demais classes com menor teor de umidade, glicose e frutose e maior teor de fibras e de lipídios. Na área de FOM, a classe NC se diferenciou das demais, com menor teor de umidade e frutose, e a classe AF se diferenciou das demais com maior teor de zinco. Diferente do observado em outros estudos, não foi encontrada diferença na concentração de proteínas entre espécies com alto, baixo e nenhum consumo por *S. nigritus*. Do mesmo modo, a concentração de compostos fenólicos totais não se mostrou como uma variável determinante da escolha, entretanto, acredita-se que análises mais refinadas nesses compostos possam evidenciar substâncias deterrentes capazes de contribuir para o manejo de populações-problema de macaco-prego.

Palavras-chave: Escolha de alimentos. Danos a plantios. Antinutrientes.

ABSTRACT

Fruits with fleshy portions attract vector-animals to facilitate seed dispersal, and the chemical composition of these portions is an important parameter for food choice by frugivore animals. The brown capuchin monkey (Sapajus nigritus), primate endemic to the Atlantic Forest, has an omnivorous diet based essentially on seeds and fruits. Though a wide range of fruit species generally is available for S. nigritus, only a fraction of these represents the base of their diet. Therefore, even though considered opportunistic and generalist, S. nigritus presents a very high frequency of consumption for a few species, despising others, but the determining factors in this selection are not well understood. This study aimed to characterize the chemical composition of fruits from two Atlantic Forest areas with natural populations of brown capuchin monkey, in order to determine whether there is any distinction in the composition of nutrients and antinutrients that could justify this differential consumption between species highly consumed, those barely consumed and the rejected ones by S. nigritus. Monthly fruit samplings were conducted in four forest fragments, two of Semideciduous Seasonal Forest (FES) and two of Subtropical Ombrophilous Forest (FOM), in Brazil's southern region. Species selection for chemical analysis was based on the frequency of consumption by brown capuchin monkeys. Based on these frequencies three classes of fruit species were established: highly consumed – AF, barely consumed – BF and not consumed – NC. Other food items were included in the class undetermined – IN. Items were analyzed according to its composition of moisture, ash, proteins, lipids, carbohydrates, dietary fiber, sugars, vitamin C, minerals and secondary compounds. The chemical compositions of 58 species of food items, of which 52 were fruit (22 species AF, 13 BF and 17 NC) were analyzed. Water, carbohydrates and fiber predominated in the composition of the fruit, irrespective of consumption class, in the two study areas. The classes AF and BF showed no significant difference between them, concerning nutrients and antifeedants contents. In the FES area, the mean values of NC class differed from the mean values of both other classes with less moisture content, glucose and fructose and increased fiber and lipids. In the FOM area, the NC class

showed difference from both other classes, with less moisture and fructose content, and the AF class showed difference from both other classes with greater zinc content. Even though other studies observed that protein contents influences food choice in primates, we found no difference between its content in preferred species, neutral and avoided species by *S. nigritus*. Similarly, total phenolic compounds concentration was not as a determinant variable influencing food choice; however, it is believed that more refined analyses in these compounds may show deterrent substances able to contribute to the management of brown capuchin monkey problem-populations.

Key-words: Food choice. Crop damage. Antifeedants.

1.1 INTRODUÇÃO

Muitas plantas evoluíram para a produção de frutos com porções consumíveis, que atraem animais vetores, para superar a barreira de longas distâncias na dispersão de sementes (HOWE; SMALLWOOD, 1982; HOWE, 1986). As características desses frutos evoluíram como uma adaptação aos seus principais consumidores, sendo eles dispersores ou predadores (HERRERA, 1982; VAN DER PIJL, 1972; GAUTIER-HION, 1985).

A composição química (macronutrientes, micronutrientes e antinutrientes) dos itens alimentares vem sendo apontada por diversos estudos como um importante parâmetro da ecologia alimentar de animais silvestres (HERRERA, 1987; DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989; CORLETT, 1996; CIPOLLINI; LEVEY, 1997; 2006; MILTON, 2008), inclusive na escolha e preferência de alimentos por primatas (SOURD; GAUTIER-HION, 1986; OFTEDAL, 1991; WRANGHAM; CONKLIN-BRITTAIN; HUNT, 1998; LASKA; SALAZAR; LUNA, 2000; GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009, JAMAN, 2010). A qualidade do alimento também é um fator determinante na densidade populacional de alguns animais em habitats perturbados por ação antrópica e o acesso a essas informações pode contribuir com ações de conservação (RODE et al., 2006, ROTHMAN et al., 2007).

Sapajus nigritus, principal espécie de macaco-prego endêmica da Mata Atlântica das regiões sul e sudeste do Brasil (VILANOVA et al., 2005; SILVA JR, 2005), baseia a sua dieta em insetos, ovos de aves, pequenos vertebrados, folhas, bulbos e, de 70 a 80%, em sementes e frutos (GALETTI; PEDRONI, 1994; MIKICH, 2001; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2005).

Apesar de uma grande variedade de espécies de frutos geralmente estar disponível para *S. nigritus*, apenas uma fração delas representa a base da sua alimentação. Por exemplo, em uma área de Floresta Ombrófila Mista, esse primata consumiu 47 diferentes espécies de frutos, entretanto, apenas nove espécies somaram 85% das ocorrências de consumo (S. B. MIKICH, dados não publicados). Do mesmo modo, em uma área de Floresta Estacional Semidecidual, entre 82 espécies de frutos consumidos por *S. nigritus*, somente 22 representaram 85% das ocorrências de consumo (MIKICH, 2001). Portanto, embora seja considerado generalista e oportunista, *S. nigritus* apresenta nítida preferência por algumas espécies em detrimento de outras, mas os fatores determinantes nessa seleção não são bem entendidos.

A escolha dos alimentos por animais é direcionada a uma elevada aptidão genética individual e considera, além do ganho energético, também o risco de predação e o gasto energético que envolvem a sua obtenção (PYKE; PULLIAM; CHARNOV, 1977; HOWE, 1986). Preferências por certos alimentos podem ser aprendidas como resultado de um *feedback* fisiológico após o seu consumo (VISALBERGHI et al., 2003a; CORLETT, 2011).

Existe uma complexidade dos fatores envolvidos na escolha dos itens alimentares por primatas e a sua composição química já foi apontada como uma variável importante que influencia essa decisão (MILTON, 1979; DAVIES; BENNETT; WATERMAN, 1988; DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989; CHAPMAN; CHAPMAN, 2002; FELTON et al., 2009a). Estudos mostraram que primatas priorizam a ingestão de proteínas, carboidratos não estruturais e evitam o consumo de compostos secundários, como toxinas ou compostos fenólicos (FELTON et al.,

2009a), que podem agir como deterrentes, diminuir a digestibilidade proteica ou inibir enzimas (MILTON, 1979).

As necessidades diárias de micro e macronutrientes não são as mesmas entre diferentes espécies ou indivíduos e dependem de alguns fatores, como comportamento, tamanho do corpo e sistema digestório (OFTEDAL, 1991). A “estratégia digestiva” (*sensu* MILTON, 1981) adotada por primatas como os macacos-prego exige que esses animais consumam alimentos mais energéticos (frutos são ricos em carboidratos) e que o volume de alimento ingerido seja grande, devido à morfologia de seus aparelhos digestórios, que implica uma taxa de passagem relativamente rápida do alimento (de 1 – 5 horas) (MILTON, 1984).

A partir da hipótese de que existem diferenças significativas na composição de nutrientes e antinutrientes entre espécies com alta frequência de consumo, aquelas consumidas apenas ocasionalmente e as rejeitadas por *S. nigritus* – que justifiquem as diferenças na frequência de consumo dessas espécies – este estudo buscou caracterizar a composição química de frutos presentes em áreas de Floresta Atlântica do sul do Brasil em que ocorrem populações naturais de macaco-prego.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Áreas de estudo

As amostragens foram conduzidas em quatro fragmentos florestais, dois de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e dois de Floresta Ombrófila Mista (FOM).

As áreas de FES situam-se no município de Fênix (23°55'S e 51°57'W) na região centro-oeste do estado do Paraná. Pertencem ao Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo e à Fazenda Cagibi e possuem, respectivamente, 354 e 290 ha, ambas cercadas por cultivos agrícolas (milho e soja). O clima, de acordo com a classificação climática de Köppen (1948), é do tipo Cfa ou subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes (MIKICH; OLIVEIRA, 2003).

Essas áreas foram intensivamente estudadas por S. B. Mikich e equipe entre 1990 e 2007, gerando uma ampla base de dados sobre a fauna e flora, bem como suas interações. Assim, ali foram registradas aproximadamente 200 espécies de frutos zoocóricos, cuja fenologia reprodutiva, dentre outras características ecológicas e morfológicas, foi descrita por Mikich (2001) e Mikich & Silva (2001). Com relação ao macaco-prego, as seguintes informações já estavam disponíveis: dieta (MIKICH, 2001), tamanho populacional (VIDOLIN; MIKICH, 2004) e interação com o cultivo do milho (S.B. MIKICH, dados não publicados).

No que se refere à FOM, as áreas estudadas situam-se no município de Vargem Bonita – SC (27°0'11"S e 51°44'24"W) e no limite dos municípios de Bituruna, General Carneiro e Palmas – PR (26°14'-26°22'S e 51°34'-51°39'W) e pertencem à Celulose Irani S.A. e Remasa Reflorestadora Ltda., respectivamente. O

clima, segundo Köppen (1948), é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb) com média do mês mais quente superior a 20 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C, sem estação seca, verão brando e geadas severas e frequentes.

As áreas de floresta nativa possuem 13.500 ha e 3.000 ha, entremeadas por plantios de pinus que somam, 14.000 ha e 3.500 ha, respectivamente. Nessas áreas foram encontradas aproximadamente 121 espécies zoocóricas, cuja fenologia foi monitorada entre 2004 e 2005 e descrita por Liebsch e Mikich (2009).

1.2.2 *Dieta*

Foram coletadas aproximadamente 2000 amostras fecais de *Sapajus nigritus* ao longo de trilhas e nas bordas das áreas de FES, entre os anos de 1990 e 1997, e 7500 amostras desse primata com o uso de cevas nas áreas de FOM, entre 2006 e 2008. Nesses mesmos períodos foram realizados estudos florísticos e fenológicos nessas áreas (FES – MIKICH; SILVA, 2001; FOM – LIEBSCH; MIKICH, 2009) e constituídas coleções de referência de sementes tipicamente zoocóricas ou com registros de consumo pela fauna. As amostras fecais foram triadas a úmido e os vestígios de frutos (i.e. sementes, fibras, casca) identificados de acordo com a sua espécie (cf. MIKICH, 2001) com base nessas coleções de referência, depositadas na Embrapa Florestas, Paraná, Brasil.

Neste estudo, o termo botânico “fruto” foi usado para descrever todos os tipos de diásporo, independente da sua origem e estrutura. A seleção das espécies de frutos para as análises químicas foi baseada nas frequências de consumo obtidas por meio de registros mensais diretos (visuais) e indiretos (presença de sementes em amostras fecais) somados. Com base nessas frequências foram estabelecidas

três classes de espécies de frutos: alta frequência de consumo - AF, baixa frequência de consumo - BF e não consumidas – NC; para os demais itens alimentares foi usada a classe indeterminada – IN. Dessa forma, as espécies AF foram aquelas que tiveram as maiores frequências relativas de consumo por mês. Assim, foi selecionada uma espécie por mês (ou duas, quando suas frequências relativas de consumo eram valores próximos), excluindo-se as repetições ao longo do ciclo sazonal. As espécies BF foram as que apresentaram um consumo intermediário, com frequências relativas de consumo mensal de até 3%. Já as espécies NC foram levantadas a partir da análise da florística e da fenologia de cada área de estudo, sendo que as espécies selecionadas tinham abundâncias relativas altas nas áreas de estudo e nenhum registro de consumo pelos macacos-prego nos meses em que havia disponibilidade de frutos maduros. Além disso, foi feita uma revisão bibliográfica de estudos de dieta de *Cebus* e *Sapajus* para que se pudesse certificar que as espécies incluídas na classe NC não eram, de fato, consumidas por esses animais, ainda que em outras áreas.

A relação final de espécies a serem analisadas, no entanto, foi ajustada em função da possibilidade de coleta de frutos em quantidade suficiente para a realização de todas as análises químicas propostas (no mínimo 50 g de polpa/arilo por espécie). Dessa forma, algumas espécies pré-selecionadas tiveram que ser substituídas por outras com frequências similares de consumo em função da sua baixa produção de frutos maduros no período deste estudo.

1.2.3 Coletas

Foram realizadas coletas mensais (setembro/2011 a setembro/2012) de itens alimentares percorrendo-se o interior e as bordas dos fragmentos estudados. Assim

que retirados das plantas, os frutos foram resfriados em caixa térmica com gelo e congelados na sequência. Para as amostras destinadas à análise de vitamina C os frutos foram, adicionalmente, envoltos em papel alumínio assim que retirados das plantas.

Foram coletadas, para posteriores determinações das composições químicas, 58 espécies de itens alimentares. Desse total, 52 eram frutos, sendo 22 espécies AF, 13 BF e 17 NC. Os demais itens alimentares consumidos por *Sapajus nigritus* coletados neste estudo foram: pólen de *Araucaria angustifolia* e de *Pinus patula*, milho (*Zea mays*) verde e seco, base das folhas de bromélia (*Billbergia nutans*) e de *Cordyline spectabilis* (capim-de-anta ou uvarana), além da bainha de inserção das folhas de xaxim (*Dicksonia sellowiana*). Estes foram itens que tiveram observações de consumo por *S. nigritus* durante os períodos de coleta dos frutos e por isso também foram encaminhados para análise química.

1.2.4 Análises químicas

As análises químicas da polpa ou arilo dos frutos, sem as sementes, bem como dos demais itens alimentares coletados foram realizadas no Núcleo de Tecnologia de Produtos Florestais da Embrapa Florestas, Colombo, PR, Brasil. Para as análises de vitamina C (ácido ascórbico), as amostras foram enviadas ao Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

Todos os itens alimentares foram analisados de acordo com seus teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras alimentares, minerais, vitamina C, açúcares (glicose, frutose) e compostos secundários (fenólicos totais).

A composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras alimentares e carboidratos) foi realizada de acordo com as metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz (2005) e os dados foram expressos em % em base seca (m/m). As análises foram realizadas em triplicata, de modo que cada dado corresponde à média de três repetições, com exceção das fibras e lipídios, que foram feitos em duplicata.

Para a determinação da umidade utilizou-se o método gravimétrico, com ação de calor, onde a umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água livre foi removida. Para tanto, foi realizada secagem direta em estufa a 105°C até peso constante. As cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550°C, por cerca de 4 horas até a completa destruição da matéria orgânica. Para a determinação do teor de lipídios, as amostras foram pesadas em cartuchos de celulose forrados com algodão desengordurado e, após a sua desidratação, foi realizada extração direta em aparelho extrator de Soxhlet, utilizando éter etílico anidro como solvente. A proteína total foi calculada multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25. O nitrogênio total foi determinado pelo método micro Kjeldahl por meio de destilação da matéria orgânica em solução ácida a 350 °C, seguida de destilação após a reação com hidróxido de sódio 50% e, por fim, titulação com HCl 0,1N. A quantidade de fibra alimentar total das amostras foi determinada pelo método enzimático gravimétrico, através de incubações com: *α-amilase* termo-estável, *protease* e amiloglicosidase, seguidas de precipitação com etanol e filtração em cadinhos de vidro com placa porosa preparados com celite. Por fim, procedeu-se a secagem dos cadinhos em estufa à 105°C, *overnight* e corrigiu-se as amostras para cinzas (mufla 550 °C, 5 horas) e proteínas. O conteúdo de carboidratos foi calculado por diferença. Para o cálculo

foram somadas as cinco determinações: umidade (%), lipídios (%), proteína (%), fibra alimentar (%) e cinzas (%). Esta soma foi subtraída do total (100%) e o resultado representa a fração glicídica do produto.

A determinação da quantidade dos minerais: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Fósforo (P), foi realizada pela digestão nitro-perclórica das amostras a 350°C, em triplicata. As análises de Cu, Fe, Zn, Mn, Ca e Mg foram feitas por Espectrometria de Absorção Atômica (EAA), utilizando para cada uma a respectiva lâmpada de cátodo oco. O combustível das análises foi o acetileno e o comburente o ar comprimido, com fluxos auto ajustáveis. Para o Ca e o Mg foi adicionado na amostra a ser analisada, óxido de lantânio (La₂O), na proporção de 0,5 mL para cada 5 mL de amostra. O mineral K foi analisado por fotometria de chama e o P o foi por espectrofotometria, pela reação com molibdato de amônio.

Quanto aos compostos secundários, foram avaliados os conteúdos de fenólicos totais, por meio do método espectrofotométrico desenvolvido por Folin-Ciocalteu, em duplicata. A curva padrão foi feita com ácido gálico (ROSSI; SINGLETON, 1965).

As determinações de vitamina C, encomendadas ao CEPPA-UFPR, foram feitas por titulação com iodato de potássio, em duplicata (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Os açúcares glicose e frutose foram determinados por cromatografia de troca aniônica de alta resolução com detecção por pulso amperométrico (HPAEC/PAD). A extração foi feita utilizando-se água destilada como solvente, em duplicata. As amostras foram aquecidas a 100 °C em banho-maria durante 10 minutos, em seguida centrifugadas a 3.000 RPM e filtradas a vácuo em cartuchos para extração

em fase sólida, fase C18, por três vezes. A HPAEC/PAD foi conduzida em um cromatógrafo do tipo sistema Dionex ICS-5000 (Sunnyvale, EUA), constituídos por amostrador automático AS, bomba de gradiente e um detector eletroquímico. A coluna analítica utilizada foi Dionex Carbopac PA-1 (4 mm x 250 mm) com uma coluna guarda PA-1 (4 mm x 50 mm). Os eluentes foram água ultra pura e NaOH 300 mM. As porcentagens de ambos os eluentes foram calculadas para obter a concentração desejada: 150 mM durante 15 min. A taxa de fluxo foi 1 mL/min e a coluna foi mantida a 25 °C. A detecção por pulso amperométrico foi alcançada com um eletrodo de ouro e um eletrodo de referência Ag/AgCl, com uma taxa de coleta de dados de 1 Hz. O potencial foi definido para 0.10 V durante 0,41 s (integração entre 0,2 e 0,4 s), -2.0 V durante 10 ms, 0.6 V durante 10 ms e -0.10 V durante 70 ms. Os carboidratos foram quantificados utilizando-se curvas de calibração de cinco pontos, nas faixas de 1 a 20 mg/L.

1.2.5 Análises estatísticas

Foram feitas análises exploratórias com auxílio do software *Statistica* (STATSOFT Inc., 2005). Além disso, foram executadas duas análises de componentes principais (PCA), uma com dados de composição centesimal, açúcares, vitamina C e compostos fenólicos, e outra com os dados de composição dos minerais, com auxílio do software *Unscrambler X* (CAMO SOFTWARE, 2012), apenas para as espécies com a caracterização química completa. Para estas análises os pesos das variáveis foram padronizados de acordo com os seus respectivos desvios padrão.

1.3 RESULTADOS

Todos os resultados obtidos a partir das análises químicas (item 1.2.4) podem ser observados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 Caracterização de composição centesimal, açúcares, vitamina C, minerais e compostos fenólicos totais de frutos silvestres e outros sete itens alimentares de *Sapajus nigritus* coletados em duas formações florestais (FF) da Mata Atlântica no sul do Brasil¹.

FF	Espécie	CC*	Um %	Ci %	Pr %	Fi %	Li %	C %	Glu ¹	Fru ¹	Vit. C ²	Zn ³	Cu ³	Fe ³	Mn ³	P ⁴	K ⁴	Ca ⁴	Mg ⁴	GFTs ⁵
FES	<i>Allophylus edulis</i>	AF	88.9	4.09	9.03	32.9	1.06	52.93	395.6	326.2	0.99	0.012	8.55	94.5	11.80	3.05	11.16	1.36	1.13	8.15
FES	<i>Eutepe edulis</i>	AF	78.75	5.97	5.08	56.1	0.75	32.12	17.55	19.49	6.71	0.006	24.69	517.2	156.1	3.59	23.36	7.36	2.55	39.35
FES	<i>Ficus insipida</i>	AF	77.16	7.32	2.54	61.5	0.80	27.8	148.1	65.49	1.09	0.009	25.91	211.3	33.61	2.05	28.69	9.83	2.51	1.97
FES	<i>Maclura tinctoria</i>	AF	82.12	5.34	3.19	20.0	3.93	67.54	345.2	254.9	2.14	0.011	5.70	168.6	11.84	1.64	21.31	3.84	0.65	5.96
FES	<i>Morus nigra</i>	AF	94.48	7.16	13.2	38.2	3.49	37.96	265.4	267.4	1.67	0.011	3.97	135.0	19.80	3.11	29.02	7.11	1.86	3.02
FES	<i>Palicourea macrobotrys</i>	AF	96.26	8.72	17.1	55.4	6.04	12.77	175.1	189.9	1.33	0.013	25.89	106.1	33.06	2.69	11.32	12.9	1.53	1.89
FES	<i>Piper amalago</i>	AF	80.63	6.88	7.47	15.1	1.02	69.54	174.1	209.8	11.3	0.002	14.70	92.5	29.41	3.87	34.30	4.35	1.57	10.19
FES	<i>Piper gaudichaudianum</i>	AF	80.74	9.01	7.31	26.2	0.72	56.75	258.5	305.6	2.33	0.003	34.14	129.9	29.05	4.37	24.2	4.67	1.39	3.55
FES	<i>Piper hispidum</i>	AF	84.85	8.79	6.00	18.2	2.22	64.76	375.5	432.2	2.42	0.004	22.37	114.7	18.84	6.78	31.9	5.13	1.92	9.40
FES	<i>Psidium guajava</i>	AF	85.39	5.07	1.89	69.0	4.26	19.78	126.5	233.8	10.67	0.001	6.79	21.32	9.72	2.15	19.7	2.68	0.81	7.12
FES	<i>Psychotria carthagenensis</i>	AF	90.75	9.67	6.41	42.6	3.01	38.28	222.3	278.5	3.02	0.005	27	207.4	44.54	3.46	55.2	8.14	3.31	10.33
FES	<i>Solanum caavurana</i>	AF	84.28	6.98	6.69	42.1	0.94	43.25	203.5	42.32	0.17	0.002	26.86	42.29	9.91	4.99	29.4	2.4	1.64	3.31
FES	<i>Sorocea bonplandii</i>	AF	88.18	5.67	11.5	48.7	0	34.14	253.2	295.3	1.15	0.011	15.84	111.3	67.9	2.98	20.8	4.79	1.47	1.78
FES	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	BF	75.86	4.39	6.61	27.3	2.39	59.34	231.5	254.4	6.15	0.002	10.85	114.7	19.68	2.64	14.8	6.79	1.3	1.87
FES	<i>Geophila macropoda</i>	BF	94.48	13.1	7.05	40.3	15.2	24.35	107.1	192.3	0.17	0.006	73.56	428.2	87.92	7.3	76.5	12.8	3.52	1.53
FES	<i>Hovenia dulcis</i>	BF	58.24	3.66	2.92	21.1	0.85	71.43	22.06	19.13	5.66	0.001	9.84	34.05	29.51	1.59	15.7	3.9	1.08	3.91
FES	<i>Jacaratia spinosa</i>	BF	82.42	9.38	7.88	35.9	0.23	46.61	216.7	300.3	24.49	0.001	3.81	68.77	0.00	2.03	20.5	2.53	2.04	2.48
FES	<i>Psychotria leiocarpa</i>	BF	90.32	9.21	5.29	28.3	10.4	46.75	223.3	119.5	1.87	-	-	-	-	-	-	-	-	4.05
FES	<i>Trichilia catigua</i>	BF	83.71	4.71	10.4	23.2	1.14	60.53	407.7	311.7	0.79	0.009	12.78	47.17	3.94	2.84	16.46	1.39	1.13	-
FES	<i>Momordica charantia</i>	BF	84.49	10.3	5.92	28.5	3.35	51.94	210.8	169.4	-	0.006	10.03	36.28	9.64	3.72	58.7	2.73	1.39	2.24
FES	<i>Annona cacans</i>	NC	72.61	4.33	2.43	23.2	1.3	68.71	83.91	65.66	14.39	0.001	8.82	49.13	0.00	1.2	13.9	1.76	0.66	5.99
FES	<i>Citharexylum solanaceum</i>	NC	74.71	6.32	5.64	57.1	3.75	27.16	86.04	27.89	1.41	0.003	18.38	140.1	9.50	4.64	30.4	2.9	1.14	8.81
FES	<i>Cordia ecalyculata</i>	NC	79.75	11.3	7.16	44.2	2.2	35.11	229.1	385.3	3.83	0.003	14.56	67.45	9.82	4.9	58.5	2.88	1.67	2.03
FES	<i>Guarea macrophylla</i>	NC	53.83	2.57	8.74	93.4	35.6	53.12 [†]	16.58	23.77	0.91	0.001	20.99	38.71	0.00	4.25	12.5	2.59	2.61	51.31
FES	<i>Solanum viarum</i>	NC	87.48	12.1	3.17	49.8	1.03	33.85	38.92	24.07	5.34	0.003	34.06	79.07	9.83	6.56	82.7	6.47	1.8	1.88
FES	<i>Trema micrantha</i>	NC	74.85	15	11.4	-	31.4	-	10.35	13.35	-	0.009	21.48	193.1	107.6	8.76	26.6	18.9	3.93	-
FES	<i>Trichilia pallida</i>	NC	26.36	2.7	5.04	76.7	39.9	52.38 [†]	8.20	10.69	-	0.004	21.04	36.22	19.16	3.84	16.6	6.6	1.02	-

FES	<i>Zea mays</i> L. (grão seco)	IN	36.33	1.51	4.32	29.3	3.96	60.9	14.52	15.46	6.66	-	-	-	-	-	-	-	1.85
FES	<i>Zea mays</i> L. (milho verde)	IN	86.58	5.81	11.3	41.7	2.7	38.59	25.68	32.54	-	-	-	-	-	-	-	-	1.94
FOM	<i>Allophylus guaraniticus</i>	AF	89.76	6.92	15.1	45.9	2.2	29.98	132.6	189.8	0.79	0.015	6.8	88.62	1.10	19.6	1.96	2.89	23
FOM	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	AF	75.94	3.15	2.81	45.8	1.49	46.76	147.2	149.5	66.25	0.009	11.17	129.1	0.64	19.62	1.62	1.37	11
FOM	<i>Celtis iguanaea</i>	AF	80.63	8.89	8.05	25.4	1.05	56.6	59.08	83.16	3.38	0.002	14.6	57.78	8.12	38.97	8.14	3.54	19.1
FOM	<i>Eugenia involucrata</i>	AF	90.56	4.62	3.95	20.8	1.56	69.11	219.9	263.2	1.87	0.021	15.91	124.9	0.71	7.81	2.18	2.52	12.7
FOM	<i>Eugenia uniflora</i>	AF	84.26	3.76	2.76	24.8	1.00	67.68	381.4	310.9	2.22	0.002	4.38	33.03	0.86	0.00	2.15	1.71	15.1
FOM	<i>Ilex paraguariensis</i>	AF	73.36	5.68	2.58	2.58	1.99	86.75	235.1	260.0	5.14	0.002	38.01	161.9	1.82	328.7	2.59	0.78	23.3
FOM	<i>Myrcianthes gigantea</i>	AF	76.56	5.29	3.42	51.5	9.24	30.57	179.0	152.2	3.74	0.002	10.07	64.2	0.96	0.00	6.27	3.78	18.2
FOM	<i>Rhipsalis baccifera</i>	AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	28.06	165.7	2.02	234.9	4.59	1.26	16.3
FOM	<i>Solanum inodorum</i>	AF	85.63	5.31	4.12	33.6	1.06	55.88	202.6	135.3	0.17	0.002	18.39	59.42	1.40	77.45	2.03	2.71	30.9
FOM	<i>Alibertia concolor</i>	BF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	2.96	33.9	1.28	9.88	3.72	1.12	15.5
FOM	<i>Eugenia speciosa</i>	BF	87.06	3.55	4.27	39.0	3.67	49.56	95.69	140.7	2.56	0.003	32.21	231.6	0.81	19.09	3.71	2.47	9.68
FOM	<i>Phytolacca thyrsiflora</i>	BF	86.63	9.06	4.75	58.0	2.35	25.79	469.7	483.6	17.42	0.002	7.15	61.33	1.04	39.25	1.69	1.81	18.6
FOM	<i>Prunus myrtifolia</i>	BF	77.77	3.51	5.16	16.3	0.25	74.75	314.9	411.5	1.87	0.002	15.51	61.56	0.86	52.41	3.08	3.69	14.5
FOM	<i>Rubus sellowii</i>	BF	89.63	4.04	4.71	11.1	4.77	75.36	235.5	180.6	-	0.002	22.69	142.5	1.87	76.83	2.86	1.16	18.2
FOM	<i>Solanum mauritianum</i>	BF	76.45	4.02	4.12	30.7	2.64	58.51	277.1	174.5	4.09	0.002	7.95	41.64	0.98	18.71	3.82	2.5	24.3
FOM	<i>Symplocos uniflora</i>	BF	77.92	5.00	1.13	28.1	2.21	63.60	334.4	357.6	2.57	0.001	12.65	80.98	1.14	9.73	2.74	0.59	18.8
FOM	<i>Capsicodendron dimisii</i>	EV	72.00	6.14	2.81	44.7	18.7	27.61	114.0	145.4	6.86	0.002	5.84	35.95	1.09	97.16	3.06	4.88	38.7
FOM	<i>Cordylone spectabilis</i>	EV	70.02	6.36	5.89	40.9	20.8	26.08	34.55	43.07	5.48	0.004	8.31	82.46	1.28	49.86	7.2	3.38	36.9
FOM	<i>Litorea brasiliensis</i>	NC	40.65	3.12	21.6	48.5	1.55	25.24	268.0	300.8	2.45	0.001	8.32	61.21	0.94	38.85	3.33	0.89	12.9
FOM	<i>Matayba elaeagnoides</i>	NC	50.63	1.92	4.22	73.6	45.8	48.11 [†]	17.03	22.10	3.51	0.002	10.87	29.41	1.17	9.85	1.46	3.07	9.59
FOM	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	NC	79.14	7.5	4.02	29.5	1.65	57.36	173.7	132.2	3.48	0.002	24.62	84.21	3.44	478.4	10.4	1.81	23.7
FOM	<i>Rudgea parquioides</i>	NC	84.65	13.4	4.66	38.7	0.65	42.52	123.4	108.3	-	0.003	10.54	86.93	2.24	125.2	7.51	1.93	56.5
FOM	<i>Schinus terebinthifolius</i>	NC	12.95	1.46	1.52	63.9	2.02	31.10	49.62	48.13	2.80	0.000	9.01	119.1	0.87	0.00	3.37	0.46	9.66
FOM	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	NC	80.15	3.83	2.82	53.4	1.05	38.91	135.2	138.4	2.80	0.001	6.16	40.23	0.89	33.94	1.99	2.61	15.9
FOM	<i>Solanum variabile</i>	NC	70.10	4.35	4.42	10.3	0.36	80.55	277.9	162.4	8.87	0.002	10.34	57.5	0.50	175.9	5.04	1.47	13.6
FOM	<i>Araucaria angustifolia</i> (pólen)	IN	40.90	2.51	11.3	41.8	2.42	41.95	-	-	20.26	0.014	9.69	28.99	0.90	51.62	0.98	3.32	11.7
FOM	<i>Pinus patula</i> (pólen)	IN	22.34	2.21	13.0	75.7	1.12	7.94	-	-	-	0.004	19.53	74.88	1.33	57.55	1.89	5.31	15.4
FOM	<i>Billbergia nutans</i> (base folha)	IN	84.92	9.55	5.12	53.1	8.23	23.97	73.69	93.46	-	0.012	103.8	390.9	4.24	326.6	14.3	6.5	32.6

FOM	<i>Cordyline spectabilis</i> (base folha)	IN	83.24	12.8	5.49	60.8	3.75	17.21	52.76	61.51	-	0.017	167.1	928.6	5.27	374.3	17.4	6.29	48.4	6.72
FOM	<i>Dicksonia sellowiana</i> (bainha)	IN	-	-	-	-	-	-	-	-	3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Valores expressos em massa seca, exceto para umidade; vitamina C e compostos fenólicos totais. † Um= umidade; Ci= cinzas; Pr= proteínas; Fi= fibras; Li= lipídios; C= carboidratos; Glu= glicose; Fru= frutose; vit. C= vitamina C; Zn= zinco; P= fósforo; K= potássio; Mn= manganês; Ca= cálcio; Mg= magnésio; CFTs= compostos fenólicos totais. Unidades de medida: ¹mg/ g; ²mg/ 100g; ³mg/ kg; ⁴g/ kg; ⁵µg/ L. †Valores expressos em carboidratos totais. *Classes de consumo: AF= alta frequência de consumo; BF= baixa frequência de consumo; NC= não consumidas; IN= indeterminadas.

Os resumos estatísticos exploratórios para as três classes de espécies de frutos em ambas as áreas estudadas são apresentados na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 Valores mínimo (mín), médio, máximo (máx) e número de casos válidos (n) das características químicas[†] para frutos com alta, baixa e nenhuma frequência de consumo por *Sapajus nigritus* em duas formações florestais da Mata Atlântica do sul do Brasil.

	Alta				Baixa				Nenhuma			
	mín	média	máx	n	mín	média	máx	n	mín	média	máx	n
FES												
Um ¹	75.86	85.58	96.26	13	58.24	81.36	94.48	7	26.36	68.69	87.48	7
Ci ²	4.09	6.97	9.67	13	3.66	7.81	13.06	7	2.57	7.72	14.97	7
Pr ²	1.89	7.50	17.11	13	2.92	6.58	10.42	7	2.43	6.22	11.35	7
Fi ²	15.08	40.46	69.00	13	21.14	29.24	40.29	7	23.22	57.42	93.41	6
Li ²	0.00	2.17	6.04	13	0.23	4.80	15.24	7	1.03	16.45	39.89	7
C ²	12.77	42.89	69.54	13	24.35	51.56	71.43	7	27.16	45.06	68.71	6
Glu ³	17.55	227.73	395.58	13	22.06	202.74	407.70	7	8.20	67.59	229.10	7
Fru ³	19.49	224.69	432.23	13	19.13	195.25	311.72	7	10.69	78.67	385.28	7
Vit. C ⁴	0.17	3.46	11.30	13	0.17	6.52	24.49	6	0.91	5.18	14.39	5
Zn ⁵	0.001	0.007	0.013	13	0.001	0.004	0.009	6	0.001	0.003	0.009	7
Cu ⁵	3.97	18.65	34.14	13	3.81	20.15	73.56	6	8.82	19.90	34.06	7
Fe ⁵	21.32	150.17	517.19	13	34.05	121.52	428.16	6	36.22	86.24	193.07	7
Mn ⁵	9.72	36.58	156.11	13	0.00	25.12	87.92	6	0.00	22.27	107.56	7
P ⁶	1.64	3.44	6.78	13	1.59	3.35	7.30	6	1.20	4.88	8.76	7
K ⁶	11.16	26.17	55.21	13	14.80	33.77	76.50	6	12.47	34.45	82.70	7
Ca ⁶	1.36	5.73	12.87	13	1.39	5.02	12.75	6	1.76	6.02	18.94	7
Mg ⁶	0.65	1.72	3.31	13	1.08	1.74	3.52	6	0.66	1.83	3.93	7
CFTs ⁷	1.78	8.16	39.35	13	1.53	2.68	4.05	6	1.88	14.00	51.31	5
FOM												
Um ¹	73.36	82.09	90.56	8	76.45	82.58	89.63	6	12.95	57.32	84.65	10
Ci ²	3.15	5.45	8.89	8	3.51	4.86	9.06	6	1.46	4.96	13.43	10
Pr ²	2.58	5.34	15.05	8	1.13	4.02	5.16	6	1.52	5.35	21.59	10
Fi ²	3.00	31.34	51.49	8	11.12	30.54	58.04	6	10.31	46.75	73.62	10
Li ²	1.00	2.45	9.24	8	0.25	2.65	4.77	6	0.36	9.45	45.75	10
C ²	29.98	55.42	86.75	8	25.79	57.93	75.36	6	25.24	40.86	80.55	10
Glu ³	59.08	194.60	381.40	8	95.69	287.87	469.69	6	17.03	124.29	277.89	10
Fru ³	83.16	192.99	310.85	8	140.69	291.41	483.61	6	22.10	114.89	300.76	10
Vit. C ⁴	0.17	9.83	66.25	9	1.87	5.70	17.42	5	2.45	4.34	8.87	9
Zn ⁵	0.001	0.006	0.021	9	0.001	0.002	0.003	7	0.000	0.002	0.004	10
Cu ⁵	4.38	16.38	38.01	9	2.96	14.45	32.21	7	5.84	10.30	24.62	10
Fe ⁵	33.03	98.29	165.72	9	33.90	93.36	231.60	7	29.41	71.60	119.07	10
Mn ⁵	0.64	1.96	8.12	9	0.81	1.14	1.87	7	0.50	1.33	3.44	10
P ⁶	0.00	80.79	328.72	9	9.73	32.27	76.83	7	0.00	100.91	478.35	10
K ⁶	1.62	3.50	8.14	9	1.69	3.09	3.82	7	1.46	4.68	10.42	10
Ca ⁶	0.78	2.28	3.78	9	0.59	1.91	3.69	7	0.46	2.10	4.88	10
Mg ⁶	11.04	18.85	30.94	9	9.68	17.09	24.32	7	9.59	22.71	56.47	10
CFTs ⁷	1.45	8.11	31.23	7	3.86	11.87	25.82	6	0.70	14.10	30.37	5

[†] Um= umidade; Ci= cinzas; Pr= proteínas; Fi= fibras; C= carboidratos; Glu= glicose; Fru= frutose; Vit. C= vitamina C; Zn= zinco; Cu= cobre; Fe= ferro; P= fósforo; K= potássio; Mn= manganês; Ca= cálcio; Mg= magnésio; CFTs= compostos fenólicos totais. ¹Valores relativos à porcentagem da massa fresca; ²Valores relativos à porcentagem da massa seca; Unidades de medida: ³mg/g; ⁴mg/100g; ⁵mg/kg; ⁶g/kg; ⁷µg/L.

Água, carboidratos e fibras predominaram na composição de frutos de todas as três classes de consumo, das duas áreas de estudo. Entre os elementos da composição centesimal, a quantidade de lipídios foi a que mais variou entre as espécies. Já entre os minerais, o mais variável foi o fósforo. As quantidades de compostos fenólicos totais, vitamina C, glicose e frutose também variaram consideravelmente entre as espécies, com coeficientes de variação de 119, 178, 67 e 71%, respectivamente.

Algumas tendências puderam ser observadas ao se comparar os valores médios dos nutrientes e antinutrientes obtidos para as três classes de consumo: os valores médios de todas as variáveis nas classes AF e BF não apresentaram diferença significativa entre si ($P < 0,05$; exceto para frutose e zinco em FOM). Na área de FES, houve diferença significativa entre as classes de consumo para umidade, fibras, lipídios, glicose e frutose ($P < 0,05$), em que as médias da classe NC se diferenciaram das médias das demais classes com menor teor de umidade, glicose e frutose e maior teor de fibras e de lipídios. Na área de FOM, houve diferença significativa entre as classes de consumo para umidade, frutose e zinco ($P < 0,05$) em que a classe NC se diferenciou das demais, com menor teor de umidade, a classe BF se diferenciou das demais com maior teor de frutose, e a classe AF se diferenciou das demais, apresentando maior teor de zinco (figuras 1.1 a 1.3).

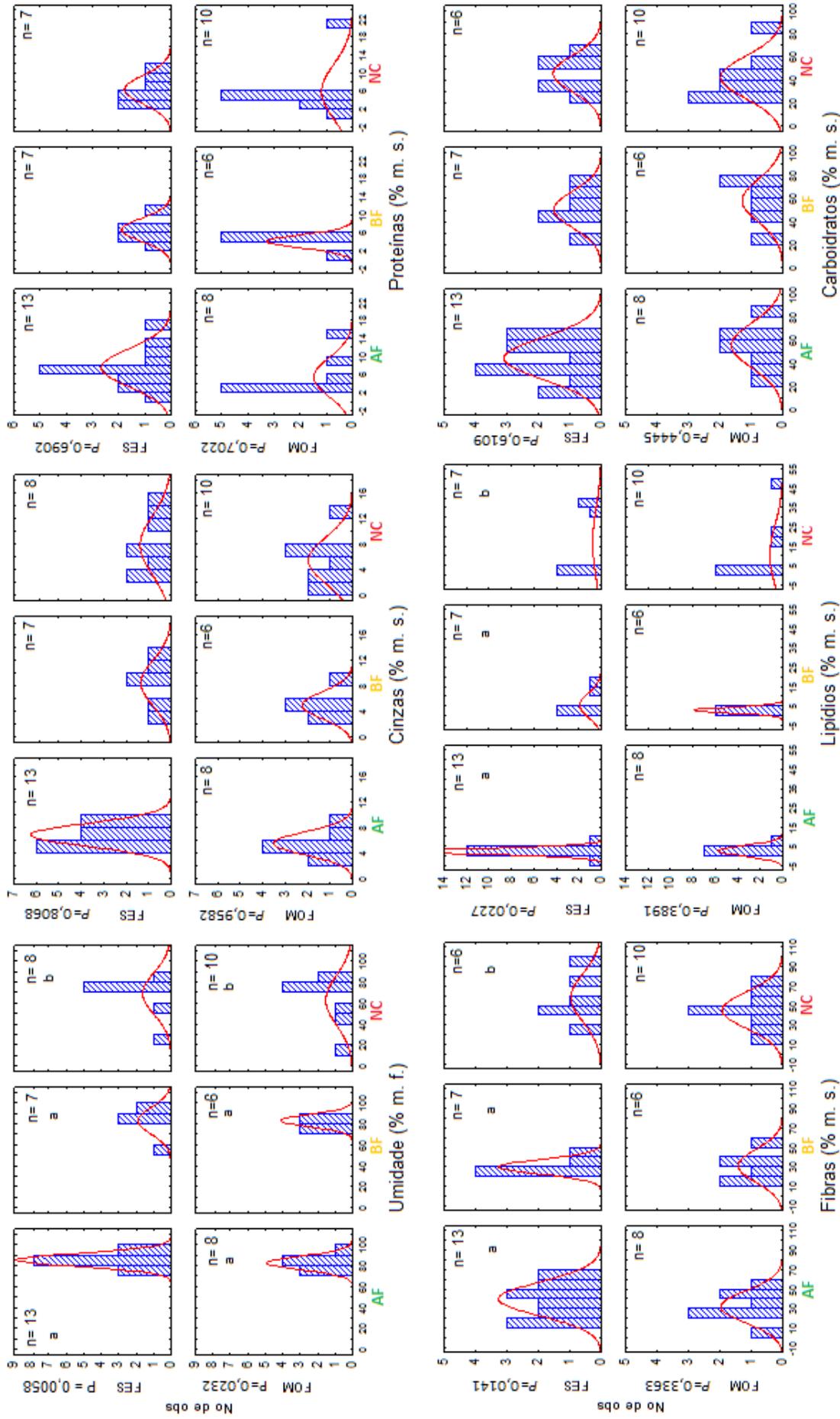


Figura 1.1 – Distribuições de frequência dos nutrientes da composição centesimal em cada classe de consumo de frutos (AF= alta frequência de consumo; BF= baixa frequência de consumo; NC= não consumidos) em cada área de estudo: FES= Floresta Estacional Semidecidual; FOM= Floresta Ombrófila Mista. m. f.= medida em relação à massa fresca do fruto; m. s.= medida em relação à massa seca do fruto. Letras diferentes indicam diferença significativa entre classes ($P < 0,05$).

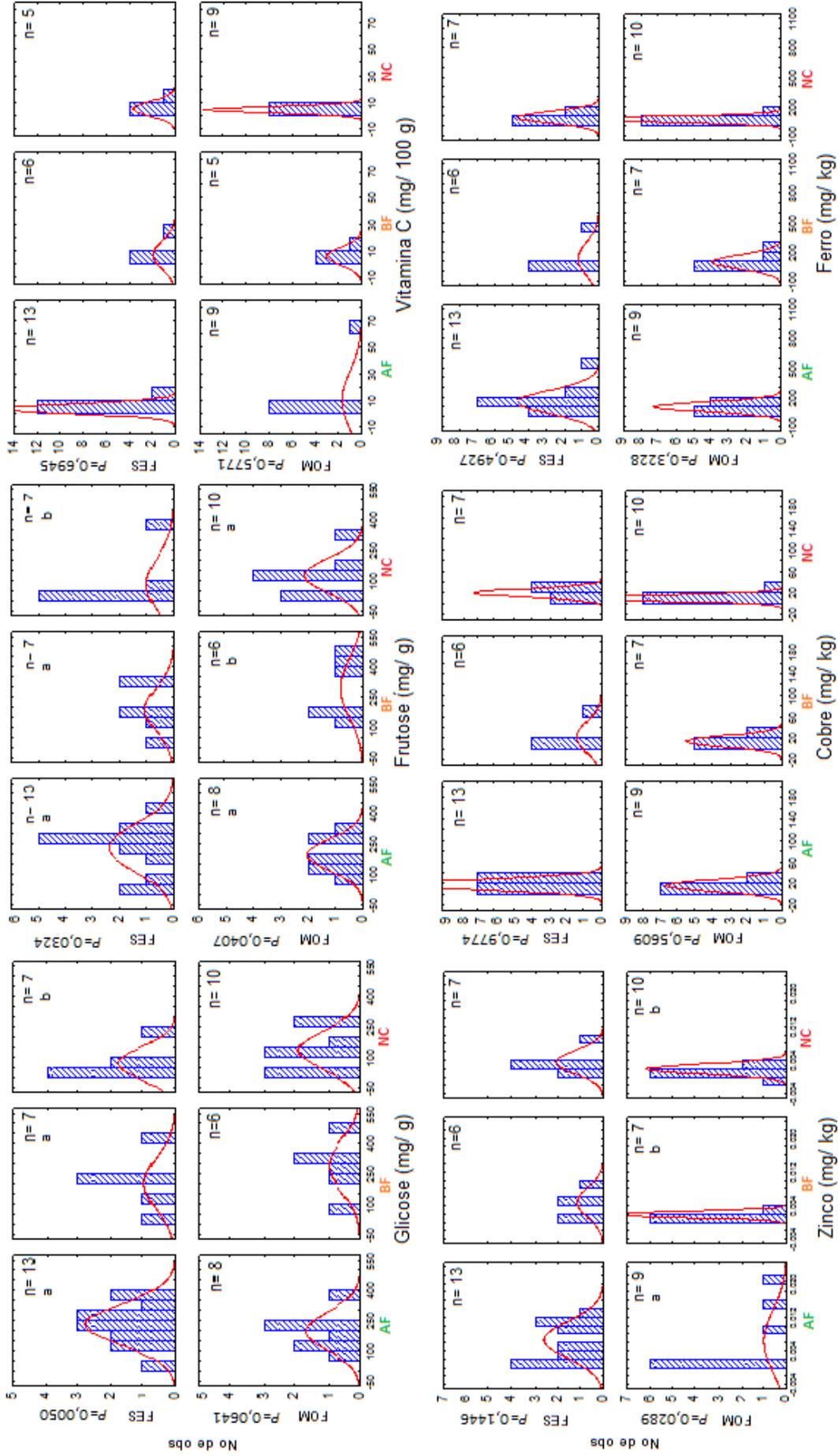


Figura 1.2 – Distribuições de frequência de glicose, frutose, vitamina C, zinco, cobre e ferro em cada classe de consumo de frutos (AF= alta frequência de consumo; BF= baixa frequência de consumo; NC= não consumidos) em cada área de estudo: FES= Floresta Estacional Semidecidual; FOM= Floresta Ombrófila Mista. Letras diferentes indicam diferença significativa entre classes ($P < 0,05$).

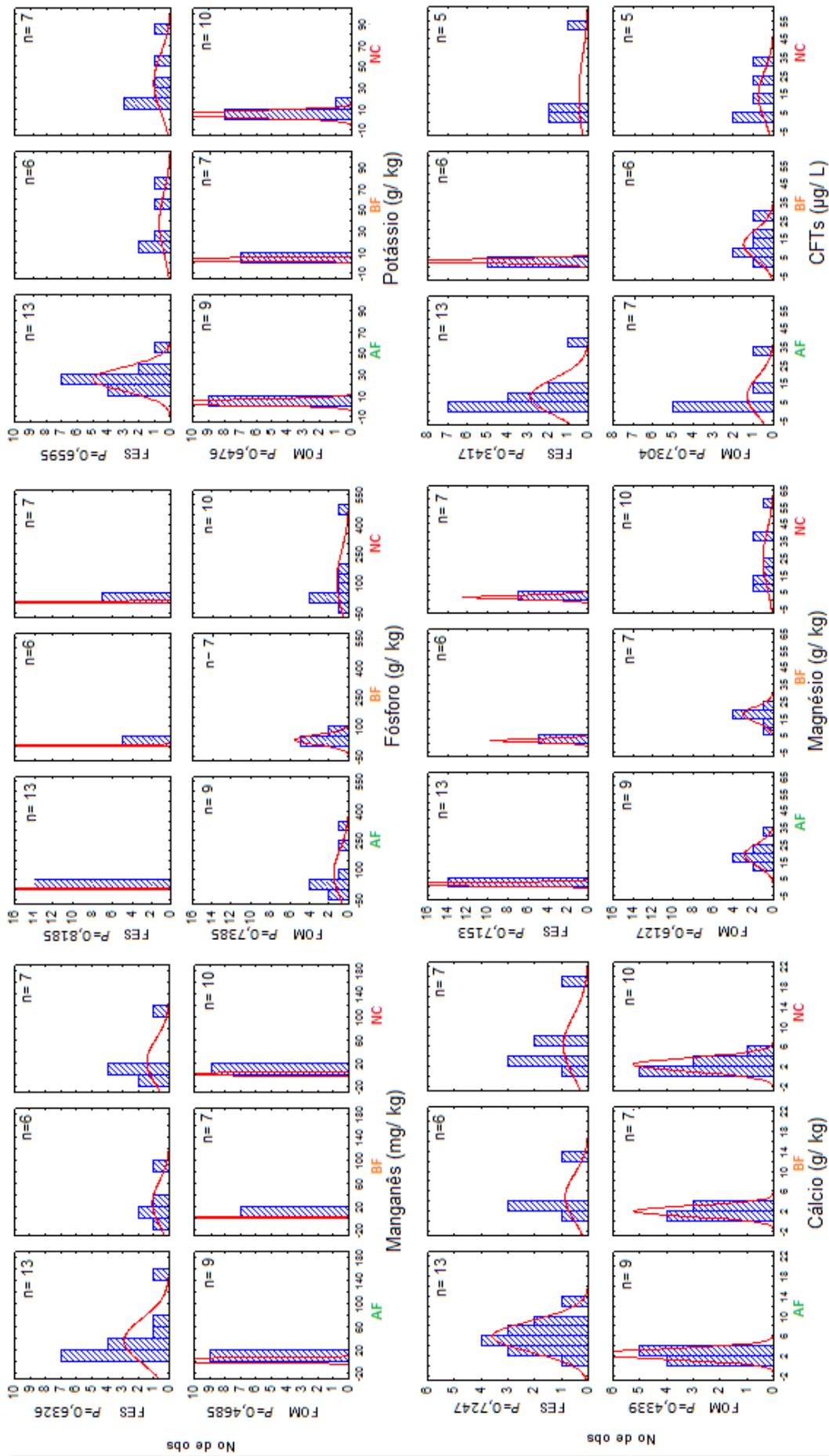


Figura 1.3 – Distribuições de frequência de manganês, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e compostos fenólicos totais (CFTs) em cada classe de consumo de frutos (AF= alta frequência de consumo; BF= baixa frequência de consumo; NC= não consumidos) em cada área de estudo: FES= Floresta Estacional Semidecidual; FOM= Floresta Ombrófila Mista. Letras diferentes indicam diferença significativa entre classes ($P < 0,05$).

Para a FES, a PCA conduzida com os dados de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares mostrou que os dois primeiros componentes principais (PCQ-1 e PCQ-2) contabilizaram 97% da variação e estão fortemente vinculados à quantidade de açúcares (glicose e frutose) nos frutos (Tabela 1.3; Figura 1.4).

Tabela 1.3 Análise de componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares em frutos selvagens da Floresta Estacional Semidecidual. Loadings acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	PCQ-1	PCQ-2	PCQ-3
Umidade	0.032	0.021	-0.217
Cinzas	0.005	-0.010	-0.030
Proteínas	0.007	-0.007	-0.065
Fibras	-0.054	-0.125	-0.638
Lipídios	-0.014	-0.027	-0.079
Carboidratos	0.016	0.100	0.705
Vitamina C	0.000	-0.040	0.114
Compostos Fenólicos Totais	-0.033	-0.052	-0.035
Glicose	0.598	0.781	-0.143
Frutose	0.798	-0.599	0.056
Variância explicada (%)	89	8	2

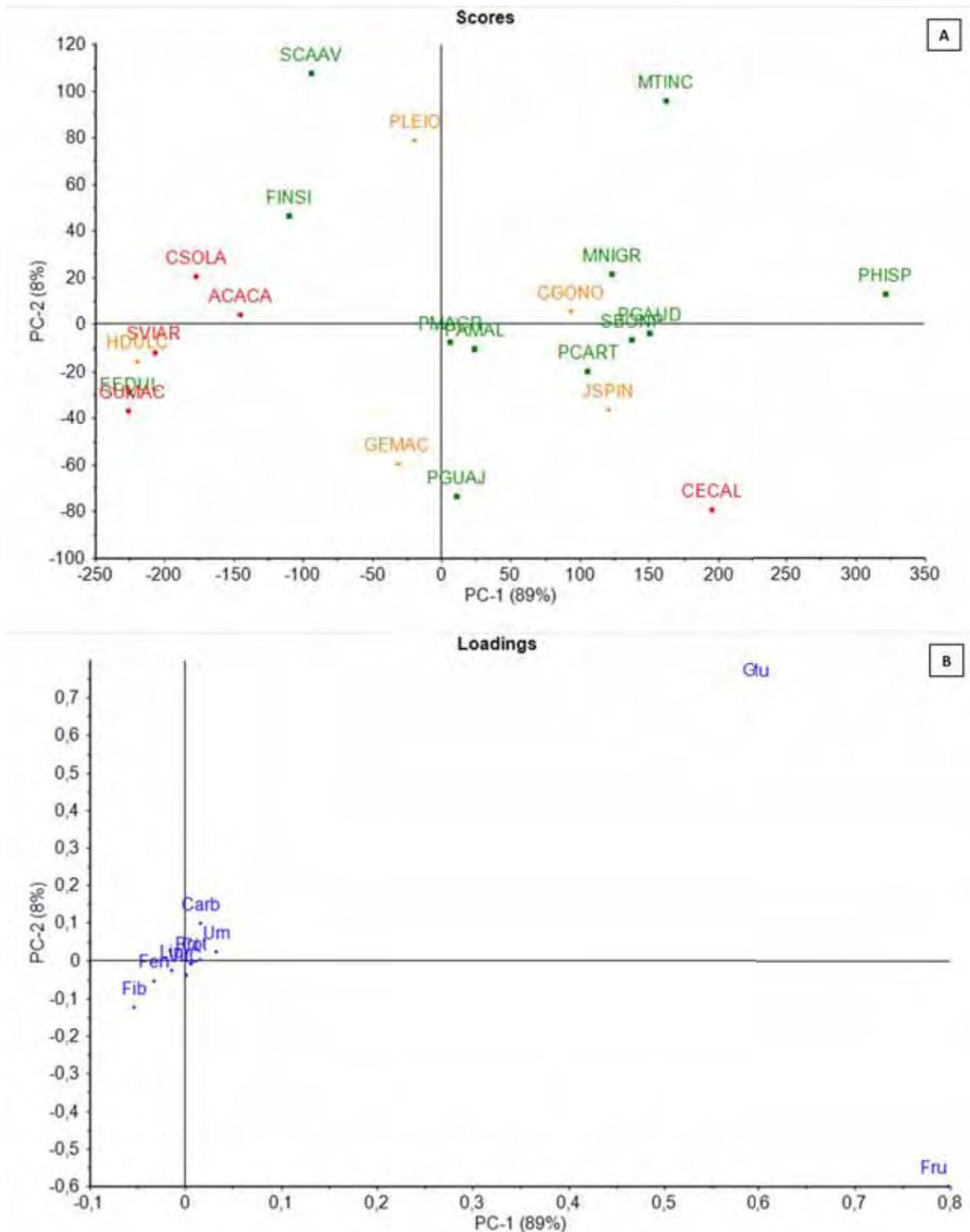


Figura 1.4 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo (verdes), baixa frequência de consumo (amarelos) e não consumidos (vermelhos) por *Sapajus nigritus* de Floresta Estacional Semidecidual nos dois primeiros componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares (A) e localização dos *loadings* (pontos) das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Códigos das espécies: ver apêndice I.

A PCA conduzida com os dados de minerais, em FES, mostrou que os dois primeiros componentes principais (PCM-1 e PCM-2) contabilizaram 98% da variação. O PCM-1 teve forte relação com a quantidade de ferro, em que espécies com altos valores deste mineral tiveram uma relação positiva com esse eixo. Já o PCM-2 foi influenciado pela quantidade de potássio, também de maneira positiva (Tabela 1.4; Figura 1.5).

Tabela 1.4 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de Floresta Estacional Semidecidual. Loadings acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	PCM-1	PCM-2	PCM-3
Zinco	0.000	0.000	0.000
Cobre	0.068	0.398	0.237
Ferro	0.964	0.036	-0.264
Manganês	0.253	-0.408	0.875
Fósforo	0.004	0.054	0.029
Potássio	0.049	0.819	0.329
Cálcio	0.016	0.031	0.020
Magnésio	0.004	0.013	0.006
Variância explicada (%)	95	3	2

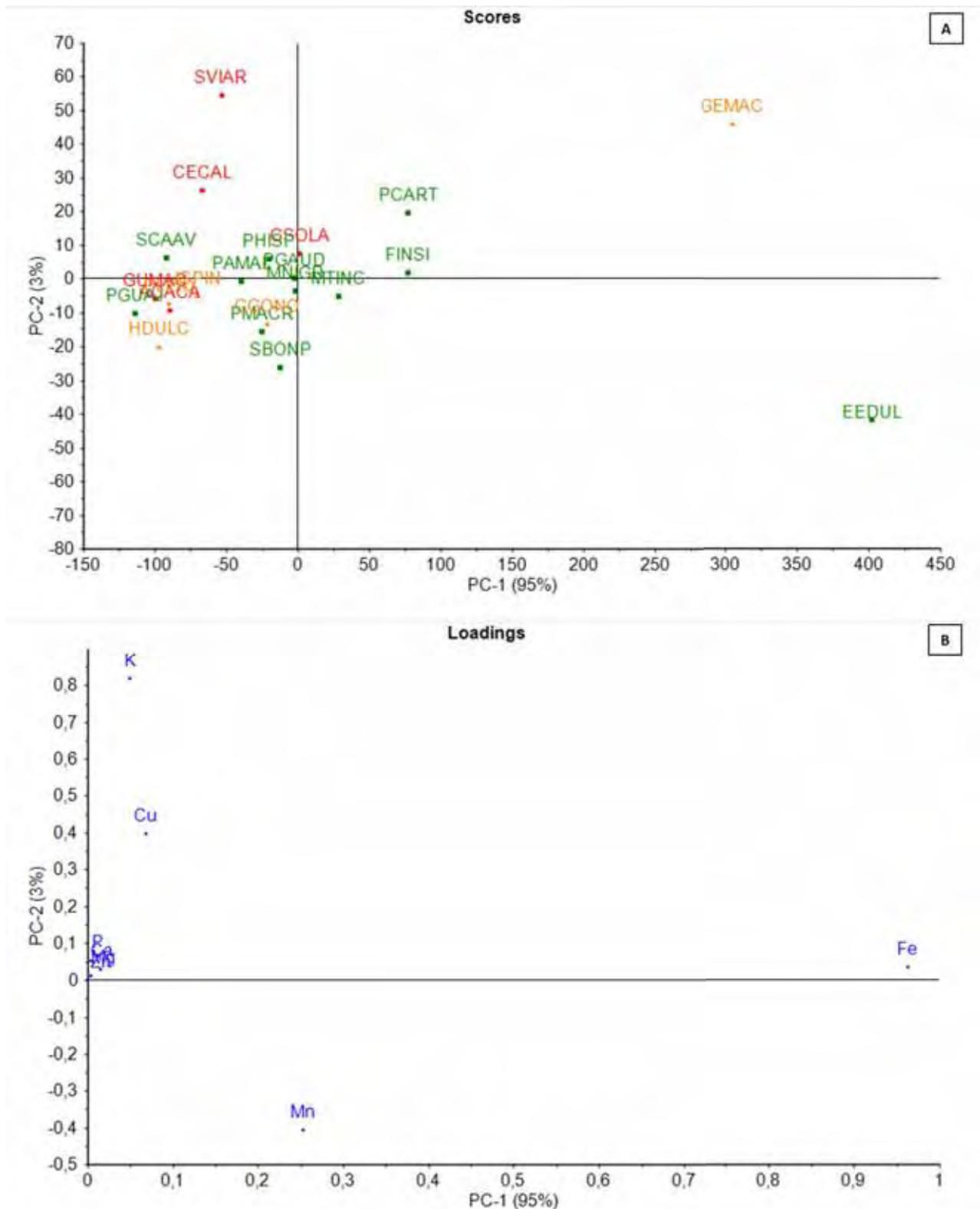


Figura 1.5 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo (verdes), baixa frequência de consumo (amarelos) e não consumidos (vermelhos) por *Sapajus nigritus* de Floresta Estacional Semidecidual nos dois primeiros componentes principais das características químicas de minerais (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Códigos das espécies: ver apêndice I.

Para a FOM, a PCA conduzida com os dados de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares mostrou que os dois primeiros componentes principais (PCQ-1 e PCQ-2) contabilizaram 96% da variação e estão fortemente vinculados à quantidade de açúcares (glicose e frutose) nos frutos (Tabela 1.5; Figura 1.6).

Tabela 1.5 Análise de componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares em frutos selvagens da Floresta Ombrófila Mista. Loadings acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	PCQ-1	PCQ-2	PCQ-3
Umidade	0.035	-0.032	0.548
Cinzas	0.002	0.003	0.020
Proteínas	0.003	0.035	-0.051
Fibras	-0.019	0.108	-0.529
Lipídios	-0.002	0.002	-0.022
Carboidratos	0.017	-0.148	0.581
Vitamina C	-0.005	0.014	-0.127
Compostos Fenólicos Totais	-0.009	0.065	-0.171
Glicose	0.705	-0.689	-0.154
Frutose	0.707	0.696	0.095
Variância explicada (%)	90	6	4

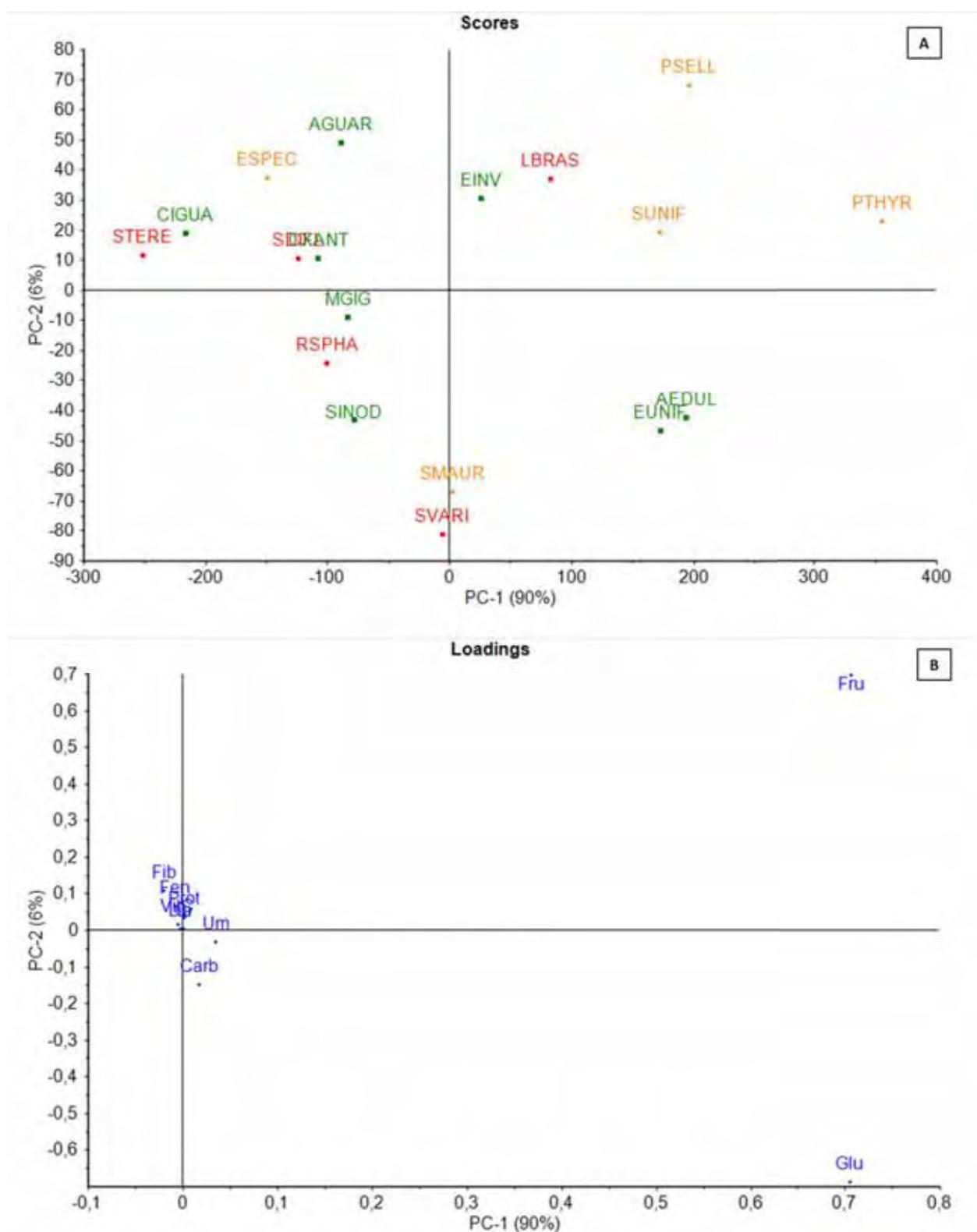


Figura 1.6 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo (verdes), baixa frequência de consumo (amarelos) e não consumidos (vermelhos) por *Sapajus nigritus* de Floresta Ombrófila Mista nos dois primeiros componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares (A) e localização dos *loadings* (pontos) das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Códigos das espécies: ver apêndice I.

A PCA conduzida com os dados de minerais, em FOM, mostrou que os dois primeiros componentes principais (PCM-1 e PCM-2) contabilizaram aproximadamente 100% da variação. O PCM-1 teve forte relação com a quantidade de fósforo, em que espécies com altos valores deste mineral tiveram uma relação positiva com esse eixo. Já o PCM-2 foi influenciado pela quantidade de ferro, também de maneira positiva (Tabela 1.6; Figura 1.7).

Tabela 1.6 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de Floresta Ombrófila Mista. Loadings acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	PCM-1	PCM-2	PCM-3
Zinco	0.000	0.000	0.000
Cobre	0.026	0.108	0.366
Ferro	-0.041	0.992	0.013
Manganês	0.001	-0.002	-0.230
Fósforo	0.999	0.039	-0.023
Potássio	0.013	0.003	-0.213
Cálcio	-0.001	-0.003	0.067
Magnésio	0.020	-0.058	0.873
Variância explicada (%)	85	15	1

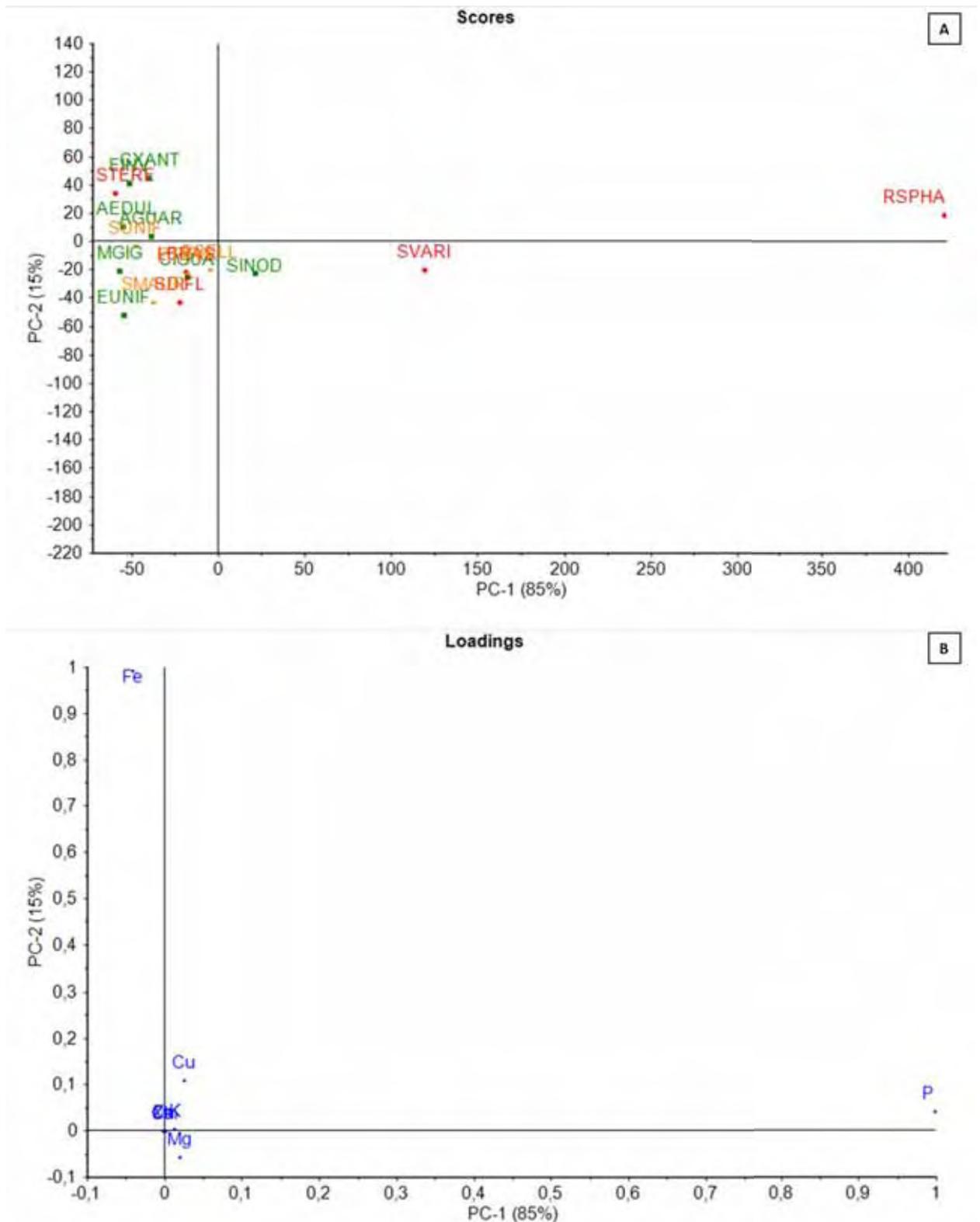


Figura 1.7 – Localização das espécies de frutos com alta frequência de consumo (verdes), baixa frequência de consumo (amarelos) e não consumidos (vermelhos) por *Sapajus nigritus* de Floresta Ombrófila Mista nos dois primeiros componentes principais das características químicas de minerais (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Códigos das espécies: ver apêndice I.

1.4 DISCUSSÃO

A relação entre a composição de nutrientes e as preferências alimentares não ficou bem esclarecida. A falta de correlação entre as características nutricionais e preferências alimentares já foi observada em experimentos sobre preferência feitos com frugívoros (MARTÍNEZ DEL RIO; RESTREPO, 1993). A análise proximal de nutrientes falha em considerar a capacidade de assimilação dessas substâncias nos frugívoros, por isso um detalhamento dos componentes, como os açúcares, poderia revelar um padrão até então não percebido (MARTÍNEZ DEL RIO; RESTREPO, 1993).

Assim, a quantidade média de frutose apresentou diferenças entre os frutos evitados e os consumidos de maneira geral, nas duas formações florestais estudadas. Os frutos evitados foram os que apresentaram os teores mais baixos. Esse açúcar, assim como a glicose, possui estrutura simples e é rapidamente e totalmente digerido pelas enzimas animais (VAN SOEST, 1994 *apud* ROTHMAN; CHAPMAN; VAN SOEST, 2012).

O teor de umidade também apresentou diferenças entre os frutos evitados e os demais, nas duas formações florestais estudadas. Apesar de os frutos consumidos possuírem as maiores concentrações de água, esta parece não ser um recurso limitante em ambos os locais estudados. Porém, a variação entre espécies nos conteúdos de água e açúcar está relacionada à suculência dos frutos, que é um dos principais elementos da biodiversidade de frutos carnosos ao nível de comunidade (GALETTI; PIZO; MORELLATO, 2011).

Na FES também foram encontradas diferenças nas concentrações de glicose, fibras e lipídios entre a classe NC e as demais. As espécies consumidas apresentaram maior teor médio de glicose e menor teor médio de fibras e lipídios.

Tendo em vista a dificuldade de digestão de fibras pelos animais, este nutriente é considerado um índice negativo de qualidade do alimento (ROTHMAN et al., 2006). O fato de sua influência no consumo ter sido destacada apenas para os frutos de FES deve-se ao fato de que seu teor médio nos frutos evitados de FOM não é tão elevado quanto na FES. No que se refere aos lipídios, não se encontrou uma explicação para o macaco-prego evitar esse nutriente, uma vez que é uma importante fonte de energia, tendo valores calóricos mais altos do que carboidratos ou proteínas (NATIONAL RESEARCH, 2003 *apud* ROTHMAN; CHAPMAN; VAN SOEST, 2012).

Já na FOM, além de umidade e frutose, foi apenas observada diferença significativa na concentração de zinco, que apresentou teores mais elevados em frutos com alta frequência de consumo, em relação aos demais. Os teores médios de zinco em FOM foram inferiores ao que foi observado em FES. Os valores de concentração de zinco obtidos neste estudo, de maneira geral, apresentaram concentrações muito baixas em relação a outros estudos feitos com frutos silvestres (HERRERA, 1987; SILVA et al., 2008), e por isso, pode ser uma variável limitante, justificando uma busca por itens que possam complementar a sua carência. Minerais são essenciais para o funcionamento fisiológico, crescimento e reprodução nos animais (McDOWELL, 1992; ROBBINS, 1993 *apud* RODE et al., 2003) e o seu conteúdo pode também estar associado às escolhas alimentares (LASKA; SALAZAR; LUNA, 2000).

Não foi encontrada diferença na concentração de proteínas entre espécies com alto, baixo ou nenhum consumo por *Sapajus nigritus*, diferente do que se observou em outros estudos (FELTON et al., 2009a). A não priorização de proteínas para a escolha dos frutos pode estar relacionada ao fato de esse nutriente não ser

limitante nas áreas de estudo (GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009) ou, ainda, por que esse primata complementa sua dieta com proteína animal a partir da predação de invertebrados e pequenos vertebrados, incluindo ovos.

A concentração de compostos fenólicos totais também não se mostrou como uma variável determinante da escolha pelo macaco-prego, já que o seu teor não apresentou diferenças entre as espécies com alto, baixo ou nenhum consumo, diferentemente do que era esperado. Os compostos fenólicos totais são exemplos clássicos de defesas quantitativas (CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008) e com capacidade deterrente contra vertebrados herbívoros e frugívoros (SCHAEFER; SCHMIDT; WINKLER, 2003; CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008), por isso acreditava-se que os frutos evitados poderiam apresentar maiores concentrações dessas substâncias. No entanto, Chapman e Chapman (2002), estudando *Procolobus badius* em Uganda, também não encontraram evidências de que esses animais evitem plantas com altos níveis de compostos secundários. Do mesmo modo, no presente estudo, algumas das espécies com os teores mais altos de compostos fenólicos totais pertencem à classe de frutos com alta frequência de consumo. Milton (1979) também observou que algumas das folhas consumidas por *Alouatta palliata* na Ilha de Barro Colorado possuíam altos teores de compostos fenólicos totais. Contudo, é possível que a análise de compostos fenólicos específicos permita identificar alguns que sejam evitados por determinadas espécies de primatas. Cada espécie animal possui diferentes mecanismos fisiológicos que podem contornar os efeitos negativos causados pelas substâncias de defesa das plantas (CHAPMAN; CHAPMAN, 2002), e por isso, a fisiologia também é importante para a decisão de escolha do alimento.

De maneira geral, os resultados observados neste estudo para a composição centesimal são similares ao que foi observado por Galetti e cols. (2011): a composição química de frutos apresentou variabilidade considerável entre as espécies, porém, há uma tendência de um maior teor de carboidratos não estruturais seguido de fibras, baixa concentração de proteínas e cinzas e uma variabilidade grande na proporção de lipídios.

O teor médio de umidade (75%) foi semelhante ao valor médio registrado para a região neotropical por Jordano (74%; 1995). O mesmo autor registrou um valor médio de lipídios de 15%, bem acima do valor médio de 5,84% encontrado neste estudo. No entanto, o teor de lipídios foi o que mais apresentou variação, alcançando de zero a 46%. Outros estudos também observaram esta alta variação para o teor de lipídios em frutos silvestres (CORLETT, 1996; MILTON, 2008). Os valores médios de proteínas e de cinzas encontrados por Jordano (1995) para frutos da região neotropical foram os mesmos deste estudo (6% para ambos). O teor médio de carboidratos não estruturais (46%) também ficou próximo da média da região neotropical (49%) encontrado por Jordano (1995).

Foi encontrada uma forte correlação positiva entre as concentrações de glicose e frutose. Os teores médios dos açúcares (192,53 mg/ g para glicose; 191,06 mg/g para frutose) foram superiores aos teores médios encontrados em frutos selvagens em Hong Kong (KO; CORLETT; XU, 1998), de 156,2 mg/ g para frutose e 164,5 mg/ g para frutose. Estes são os principais açúcares solúveis presentes na maioria dos frutos e estão relacionados ao sabor dos mesmos (KO; CORLETT; XU, 1998).

O teor médio de vitamina C encontrado para os frutos, de 5,66 mg/ 100 g, foi consideravelmente menor do que o encontrado para frutos silvestres em uma

floresta tropical no Panamá, que foi de 46,5 mg/ 100 g (MILTON, 2003), mas também muito variável, indo de 0,17 a 66,25 mg/ 100 g. Este elemento é muito importante na dieta dos primatas, uma vez que eles não têm capacidade de sintetizá-lo (MILTON; JENNESS, 1987).

Compostos fenólicos totais estão entre as defesas quantitativas mais comuns em frutos maduros (HERRERA, 1982). Porém, apesar de algumas substâncias possuírem ação tóxica para alguns organismos ou diminuição da qualidade nutricional da planta, outras podem apresentar ação antioxidante (SAITO; LUCCHINI, 1998; SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000). Devida a essa variedade de efeitos, os frutos também apresentaram uma variação grande no teor desses componentes, com uma concentração média de 9,30 µg/ L alcançando desde 0,70 µg/ L em *Guarea macrophylla* até 51,31 µg/ L em *Rudgea parquioides*.

No presente estudo, os frutos, em geral, apresentaram baixos teores de minerais, se comparados aos demais itens alimentares, isso também foi observado por Rode e cols. (2003), que concluíram que os macacos (gênero *Colobus*) podem alterar o seu comportamento de maneira a balancear a falta de alguns minerais. A composição de minerais pode estar mais associada às características do solo do que necessariamente a atributos genéticos (HERRERA, 1987).

A dieta de *Sapajus nigrurus* se mostrou altamente variável no que diz respeito à composição de nutrientes e antinutrientes. As análises proximais dos alimentos não evidenciaram diferenças entre as classes de consumo. Os animais desta espécie preferem frutos com maior umidade e altos teores de açúcares simples, que podem ser absorvidos rapidamente pelo seu organismo. Diferente do esperado, o teor médio de compostos fenólicos totais não é uma característica determinante da preferência. No entanto, acredita-se que análises mais detalhadas desses

antinutrientes possam apresentar alguma relação com o consumo, revelando, inclusive, deterrentes que possam ser utilizados para minimizar os danos causados por esses primatas a plantios agrícolas e florestais.

LITERATURA CITADA

CAMO SOFTWARE. **Unscrambler X**, versão 10.2. Oslo 2012.

CAZETTA, E.; SCHAEFER, H. M.; GALETTI, M. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition? **Oecologia**, v. 155, n. 2, p. 277-286, Mar 2008. ISSN 0029-8549.

CHAPMAN, C. A.; CHAPMAN, L. J. Foraging challenges of red colobus monkeys: influence of nutrients and secondary compounds. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v. 133, p. 861–875, 2002.

CIPOLLINI, M. L.; LEVEY, D. J. Why are some fruits toxic? Glycoalkaloids in *Solanum* and fruit choice by vertebrates. **Ecology**, v. 78, n. 3, p. 782-798, Apr 1997. ISSN 0012-9658.

CORLETT, R. T. Characteristics of vertebrate-dispersed fruits in Hong Kong. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 819-833, Nov 1996. ISSN 0266-4674.

_____. How to be a frugivore (in a changing world). **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, v. 37, n. 6, p. 674-681, Nov-Dec 2011. ISSN 1146-609X.

DEBUSSCHE, M.; ISENMANN, P. Fleshy fruit characters and the choices of bird and mammal seed dispersers in a Mediterranean region. **Oikos**, v. 56, n. 3, p. 327-338, Nov 1989. ISSN 0030-1299.

FELTON, A. M. et al. Nutritional goals of wild primates. **Functional Ecology**, v. 23, n. 1, p. 70-78, Feb 2009. ISSN 0269-8463.

GALETTI, M.; PEDRONI, F. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in South East Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 27-39, Feb 1994. ISSN 0266-4674.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 181-193, Jan-Mar 2011. ISSN 1676-0611.

GANAS, J.; ORTMANN, S.; ROBBINS, M. M. Food choices of the mountain gorilla in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda: the influence of nutrients, phenolics and availability. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, p. 123-134, Mar 2009. ISSN 0266-4674.

GAUTIER-HION, A. et al. Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. **Oecologia**, v. 65, n. 3, p. 324-337, 1985. ISSN 0029-8549.

HERRERA, C. M. Seasonal-variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 773-785, 1982. ISSN 0012-9658.

_____. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: A study of fruit characteristics. **Ecological Monographs**, v. 57, n. 4, p. 305-331, Dec 1987. ISSN 0012-9615.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: MURRAY, D. R. (Ed.). **Seed dispersal**. Sydney: Academic Press, 1986. cap. 4, p.123-183.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982. ISSN 0066-4162.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

_____. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 (1ª edição digital). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br>>. Acesso em: 24 Novembro 2011.

IZAR, P. Dispersão de sementes por *Cebus nigratus* e *Brachyteles arachnoides* em área de Mata Atlântica, Parque Estadual Intervales, SP. In: FERRARI, S. F. e RÍMOLI, J. (Ed.). **A Primatologia no Brasil**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental – UFS, v.9, 2008. p. 8-24.

JAMAN, M. F.; HUFFMAN, M. A.; TAKEMOTO, H. The foraging behavior of Japanese macaques *Macaca fuscata* in a forested enclosure: Effects of nutrient composition, energy and its seasonal variation on the consumption of natural plant foods. **Current Zoology**, v. 56, n. 2, p. 198-208, Apr 2010. ISSN 1674-5507.

JORDANO, P. Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers – A comparative-analysis of adaptation and constraints in plant-animal interactions. **American Naturalist**, v. 145, n. 2, p. 163-191, Feb 1995. ISSN 0003-0147.

KO, I. W. P.; CORLETT, R. T.; XU, R. J. Sugar composition of wild fruits in Hong Kong, China. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 381-387, May 1998. ISSN 0266-4674.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

LASKA, M.; SALAZAR, L. T. H.; LUNA, E. R. Food preferences and nutrient composition in captive spider monkeys, *Ateles geoffroyi*. **International Journal of Primatology**, v. 21, n. 4, p. 671-683, Aug 2000. ISSN 0164-0291.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 375-391, 2009.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigratus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do Estado do Paraná. **Neotropical Primates**, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2005.

MARTÍNEZ DEL RIO, C.; RESTREPO, C. Ecological and behavioral consequences of digestion in frugivorous animals. **Vegetatio**, v. 107/108, p. 205-216, 1993.

MIKICH, S. B. **Frugivoria e dispersão de sementes em uma pequena reserva isolada do Estado do Paraná, Brasil**. 2001. 145p. (Doutorado em Zoologia). Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MIKICH, S. B.; OLIVEIRA, K. L. D. **Revisão do plano de manejo do Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR**. Curitiba/PR: Mater Natura - Instituto de Estudos Ambientais / Fundo Nacional do Meio Ambiente. 2003.

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** v. 15, p. 89-113, 2001.

MILTON, K. Factors influencing leaf choice by Howler Monkeys – Test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. **American Naturalist**, v. 114, n. 3, p. 362-378, 1979. ISSN 0003-0147.

_____. Food choice and digestive strategies of 2 sympatric primate species. **American Naturalist**, v. 117, n. 4, p. 496-505, 1981. ISSN 0003-0147.

_____. The role of food processing-factors in primate food choice. In: CANT, J. G. H. e RODMAN, P. S. (Ed.). **Adaptations for foraging in nonhuman primates**. New York: Columbia University Press, 1984. p. 249-279.

_____. Micronutrient intakes of wild primates: are humans different? **Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular & Integrative Physiology**, v. 136, n. 1, p. 47-59, Sep 2003. ISSN 1095-6433.

_____. Macronutrient Patterns of 19 Species of Panamanian Fruits from Barro Colorado Island. **Neotropical Primates**, v. 15, n. 1, p. 1-7, 2008.

MILTON, K.; JENNESS, R. Ascorbic-acid content of neotropical plant-parts available to wild monkeys and bats. **Experientia**, v. 43, n. 3, p. 339-342, Mar 1987. ISSN 0014-4754.

OFTEDAL, O. T. The nutritional consequences of foraging in Primates – The relationship of nutrient intakes to nutrient-requirements. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences**, v. 334, n. 1270, p. 161-170, Nov 1991. ISSN 0962-8436.

PYKE, G. H.; PULLIAM, H. R.; CHARNOV, E. L. Optimal foraging – Selective review of theory and tests. **Quarterly Review of Biology**, v. 52, n. 2, p. 137-154, 1977. ISSN 0033-5770.

RODE, K. D. et al. Mineral resource availability and consumption by *Colobus* in Kibale National Park, Uganda. **International Journal of Primatology**, v. 24, n. 3, p. 541-573, Jun 2003. ISSN 0164-0291.

_____. Nutritional correlates of population density across habitats and logging intensities in redbellied monkeys (*Cercopithecus ascanius*). **Biotropica**, v. 38, n. 5, p. 625-634, Sep 2006. ISSN 0006-3606.

ROSSI, J. A. J.; SINGLETON, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

ROTHMAN, J. M. et al. Nutritional composition of the diet of the gorilla (*Gorilla beringei*): a comparison between two montane habitats. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, p. 673-682, Nov 2007. ISSN 0266-4674.

ROTHMAN, J. M.; CHAPMAN, C. A.; VAN SOEST, P. J. Methods in primate nutritional ecology: A user's guide. **International Journal of Primatology**, v. 33, p. 542-566, 2012.

SAITO, M. L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 46.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds - nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 1094-1117, May 2000. ISSN 0022-5142.

SCHAEFER, H. M.; SCHMIDT, V.; WINKLER, H. Testing the defence trade-off hypothesis: how contents of nutrients and secondary compounds affect fruit removal. **Oikos**, v. 102, n. 2, p. 318-328, Aug 2003. ISSN 0030-1299.

SILVA, M. R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA JUNIOR, J. S. **Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (Primates, Cebidae)**. Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia: p. 11-12. 2005.

SOURD, C.; GAUTIERHION, A. Fruit selection by a forest Guenon. **Journal of Animal Ecology**, v. 55, n. 1, p. 235-244, Feb 1986. ISSN 0021-8790.

STATSOFT Inc. **STATISTICA (data analysis software system)**, versão 7.1. Disponível em: <www.statsoft.com>. 2005.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in higher Plants**. 3. New York: Springer-Verlag, 1982.

VIDOLIN, G. P.; MIKICH, S. B. ***Cebus nigritus* (Primates: Cebidae) no P. E. Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR: estimativa populacional e área de vida, composição e dinâmica dos grupos**. Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 4. Curitiba, PR: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: p. 196-205. 2004.

VILANOVA, R. et al. Limites climáticos e vegetacionais das distribuições de *Cebus nigritus* e *Cebus robustus* (Cebinae, Platyrrhini). **Neotropical Primates**, v. 13, n. 1, p. 14-19, 2005.

VISALBERGHI, E. et al. Preferences towards novel foods in *Cebus apella*: the role of nutrients and social influences. **Physiology & Behavior**, v. 80, n. 2-3, p. 341-349, Nov 2003. ISSN 0031-9384.

WRANGHAM, R. W.; CONKLIN-BRITAIN, N. L.; HUNT, K. D. Dietary response of chimpanzees and cercopithecines to seasonal variation in fruit abundance. I. Antifeedants. **International Journal of Primatology**, v. 19, n. 6, p. 949-970, Dec 1998. ISSN 0164-0291.

Capítulo II

A contribuição da disponibilidade sazonal e da composição química na seleção de alimentos pelo macaco-prego (*Sapajus nigritus*)

RESUMO

A estratégia de forrageio dos animais é influenciada por muitas variáveis, entre elas as características químicas. Um dos motivos seria atender as necessidades de ingestão de alguns nutrientes, outro seria a tentativa de evitar certos compostos tóxicos ou de difícil digestão. Além da composição química, a disponibilidade do alimento também influencia a escolha. A qualidade do alimento é especialmente importante em habitats perturbados, influenciando, inclusive, a densidade populacional dos frugívoros. Esta guilda trófica está entre as mais susceptíveis à extinção em habitats fragmentados e degradados, já que a produção de frutos apresenta acentuada variação sazonal, aumentada por esses processos antrópicos. Algumas espécies onívoras possuem capacidade de se adaptar a esses ambientes, invadindo monoculturas agrícolas e florestais em busca de alimento. Um exemplo vem de algumas populações de macaco-prego (*Sapajus nigritus*), que são apontadas como causadoras de danos a cultivos de pinus e milho na região sul do Brasil. As influências dos fatores químicos e fenológicos na escolha dos itens alimentares por *S. nigritus* não foram estudadas conjuntamente. Esse conhecimento deverá auxiliar a esclarecer a relação do macaco-prego com os cultivos, servindo, assim, como base para o desenvolvimento de técnicas de manejo para essa espécie. Acredita-se que ocorra uma mudança nas preferências exibidas por *S. nigritus*, de acordo com a variação na disponibilidade do alimento. As amostragens foram conduzidas em quatro fragmentos florestais, dois de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e dois de Floresta Ombrófila Mista (FOM). Ambas as áreas possuem uma ampla base de dados sobre a fauna e flora, bem como suas interações. A seleção das espécies para as análises químicas foi baseada nas frequências de consumo. Assim, para as espécies os frutos, foram estabelecidas três classes: alta frequência de consumo - AF, baixa frequência de consumo - BF e não consumidas - NC. Em ambas as áreas de estudo, durante cada mês do ciclo sazonal houve consumo diferenciado das espécies disponíveis. As que tiveram consumo maior do que o esperado nas áreas de FES e FOM e as com média e alta disponibilidade de frutos maduros nos mesmos períodos, mas não foram

consumidas, foram ordenadas por meio de Análise de Componentes Principais em que os dois primeiros eixos somaram 94% e 96% da variância explicada, respectivamente. As preferências variaram de acordo com a fenologia das plantas. No que se refere à composição química, acredita-se que *S. nigritus* busca um balanço na ingestão de nutrientes e antinutrientes. Não foi encontrada nenhuma característica que justifique a rejeição de certas espécies de frutos pelo macaco-prego. Portanto, investigações mais detalhadas sobre metabólitos secundários nesses alimentos são necessárias para auxiliar a esclarecer a relação do macaco-prego com os cultivos agrícolas e florestais e servir de base para o manejo dessa espécie. A disponibilidade do alimento se mostrou como principal característica influenciando o consumo por macaco-prego, por isso, o enriquecimento dos remanescentes de floresta nativa com espécies de frutos com alta frequência de consumo por *S. nigritus* que frutifiquem durante o período com maior incidência de danos pode auxiliar a minimizar esse problema.

Palavras-chave: Fenologia. Escolha Alimentar. Manejo de Fauna.

ABSTRACT

Animals' foraging strategy is influenced by many variables, including chemical characteristics of the food. One reason for it could be meeting the needs of some nutrients intakes, the other would be attempting to avoid certain toxic or difficult-digestion compounds. Additionally to chemical composition, the availability of food also influences this choice. Food quality is especially important in disturbed habitats, influencing even the frugivore population density. This trophic guild is among the most vulnerable to extinction in fragmented and degraded habitat, since fruit production has accentuated seasonal variation, amplified by anthropogenic processes. Some omnivorous species with high ecological plasticity are adapted to disturbed environments, invading agricultural and forestry monocultures in search of food. An example comes from some populations of brown capuchin monkeys (Sapajus nigritus), which are identified as causing damage to crops of corn and pine in Brazil's southern region. The influence of chemical and phenological factors in food choice by S. nigritus has not been studied together. This knowledge should help clarify the relationship of the brown capuchin monkey with the crops, thus serving as a basis for the development of management techniques for this species. Change in preferences displayed by S. nigritus is likely to be according to variation in food availability. Sampling was conducted in four forest fragments, two of Semideciduous Seasonal Forest (FES) and two Subtropical Ombrophilous Forest (FOM). Both areas have a wide data base about the fauna and flora, as well as their interactions. Selection of species for chemical analysis was based on the frequency of consumption. Thus, for the fruits, it was established three classes: highly consumed – AF, barely consumed – BF and not consumed – NC. In both study areas, during each month of the seasonal cycle there was differential consumption of available species. Those who had larger-than-expected consumption in the areas of FES and FOM and with medium and high availability of ripe fruits in the same periods, but not consumed, were ordered by Principal Component Analysis in which the first two axes counted for 94% and 96% of variance explained, respectively. Preferences varied according to the phenology of the plants. However, regarding the chemical

composition, it is believed that S. nigritus seeks for a balance in nutrients and antinutrients intakes. No feature was found justifying the rejection of certain fruit species by brown capuchin monkeys. Therefore, more detailed researches on secondary metabolites in these food items are needed to help clarify the relationship of brown capuchin monkey with agricultural and forestry crops to serve as a basis for the management of this species. Food availability was the main feature influencing consumption by brown capuchin monkeys, thus, native forest remnants enrichment with preferred consumed fruit species that providing fruits during the period with the highest incidence of damage by S. nigritus can help to minimize this problem.

Key-words: Phenology. Food choice. Wildlife Management.

2.1 INTRODUÇÃO

A seleção de alimentos por animais é feita de maneira a otimizar o gasto energético e o risco de predação para sua obtenção, maximizando a aptidão genética individual (PYKE; PULLIAM; CHARNOV, 1977; HOWE, 1986). Pode-se dizer que um animal exibe preferência por um tipo particular de alimento quando a proporção na dieta deste animal é maior de que a sua proporção no ambiente em que o animal se encontra (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006). Estas preferências por certos alimentos, como um mecanismo para o balanço de ingestão de nutrientes, podem ser aprendidas como resultado de um *feedback* fisiológico, após o consumo desses alimentos (FREELAND; JANZEN, 1974; VISALBERGHI et al., 2003a; CORLETT, 2011).

A estratégia de forrageio adotada pelos animais é influenciada por muitas variáveis, como as características morfométricas do alimento (GAUTIER-HION et al, 1985; SOURD; GAUTIER-HION, 1986), sua distribuição espacial (KAMIL; ROITBLAT, 1985), mobilidade da presa (SIH; CHRISTENSEN, 2001), aprendizado social (KAMIL; ROITBLAT, 1985; CORLETT, 2011), disponibilidade temporal (SOURD; GAUTIER-HION, 1986; GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009; HIRSCH, 2009; LIEBSCH; MIKICH, 2009), características nutricionais, antinutricionais e ganho energético (SCHOENER, 1971; SOURD; GAUTIER-HION, 1986; GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2008; GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009; HOHMANN et al., 2010).

As características químicas são apontadas como essenciais para a escolha de alimentos pelos animais (DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989; FELTON et al., 2009a; GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009). Um dos motivos seria atender as

necessidades fisiológicas de ingestão de alguns nutrientes (e.g. proteínas – FELTON et al., 2009b; vitaminas e minerais – MILTON, 2003; RODE et al., 2006) o outro seria a tentativa de evitar certos compostos tóxicos ou de difícil digestão (FREELAND; JANZEN, 1974; MILTON, 1979; WRANGHAM; CONKLIN-BRITAIN; HUNT, 1998; CIPOLLINI; LEVEY, 1997). A qualidade do alimento já se mostrou especialmente importante em habitats perturbados pela ação antrópica, influenciando, inclusive, a densidade populacional dos frugívoros (RODE et al., 2006).

A espécie de macaco-prego mais comum nas regiões sul e sudeste do Brasil, *Sapajus nigritus*, possui dieta essencialmente frugívora, composta de 70 a 80% por sementes e frutos, além de incluir também outros itens como insetos, ovos de aves, pequenos vertebrados, folhas, bulbos (GALETTI; PEDRONI, 1994; MIKICH, 2001; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2005). Segundo Galetti e Pedroni (1994) e Izar, (2008), a composição de frutos presentes na dieta de *S. nigritus* reflete a florística do ambiente em que são encontrados, bem como a sua disponibilidade sazonal. Apesar de uma grande variedade de espécies de itens alimentares estarem disponíveis para este animal, apenas algumas delas representam a base da sua alimentação, mas a maneira pela qual o macaco-prego escolhe estas espécies ainda não é bem compreendida. Entender, porém, como funcionam os mecanismos de seleção de alimentos melhorará o entendimento da biologia, ecologia e comportamento dos consumidores envolvidos, além de poder subsidiar o seu eventual manejo.

Além da composição química, outro fator importante para a escolha de um determinado item alimentar é a sua disponibilidade no ambiente (GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009; CORLETT, 2011). A variação na disponibilidade de alimento é comum na maioria dos habitats naturais. Animais frugívoros são os que estão mais sujeitos a essa variação, uma vez que a produção de frutos está

diretamente relacionada a variações sazonais do clima, como temperatura, fotoperíodo e precipitação (MIKICH; SILVA, 2001; LIEBSCH; MIKICH, 2009).

Na Floresta Ombrófila Mista, por exemplo, a disponibilidade de frutos é marcadamente sazonal, sendo que esse recurso é mais abundante entre os meses de dezembro e abril (LIEBSCH; MIKICH, 2009), e o período de baixa disponibilidade de frutos nos remanescentes coincide com o período de danos nos plantios de pinus para o consumo da seiva pelo macaco-prego, indicando que esse é um recurso alternativo, utilizado apenas durante períodos críticos (MIKICH; LIEBSCH, submetido). Em outros fragmentos florestais também foi observado que o uso de cultivares na dieta de outra espécie de macaco-prego (*S. libidinosus*) também ocorre de maneira inversamente proporcional à intensidade de produção de frutos zoocóricos (FREITAS et al., 2008). Adicionalmente, o histórico de exploração da Mata Atlântica no sul do Brasil, causa da baixa riqueza específica em vários de seus remanescentes (LIEBSCH; MARQUES; GOLDENBERG, 2008), agrava a escassez de alimento na floresta em períodos de baixa frutificação. A conservação de primatas está diretamente relacionada com os fatores que influenciam a sua abundância, diversidade e comportamento social (RODE et al., 2006), como a qualidade e a disponibilidade de alimento.

As influências dos fatores químicos e dos fatores fenológicos na escolha dos itens alimentares por *S. nigritus* ainda não foram estudadas em conjunto. Acredita-se que ambas as variáveis atuam em conjunto, influenciando as preferências de consumo desse primata. As hipóteses que se busca confirmar são que quando a disponibilidade de frutos é alta, a composição química é o principal fator influenciando as frequências de consumo; quando a oferta de frutos é baixa, a disponibilidade é o principal fator que determina as frequências de consumo.

Esse conhecimento deverá auxiliar a esclarecer a relação do macaco-prego com cultivos agrícolas e florestais e, assim, servir de base para o manejo dessa espécie.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Áreas de estudo

As amostragens foram conduzidas em quatro fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do Brasil. Dois deles, pertencentes aos domínios da Floresta Estacional Semidecidual (FES) localizam-se no Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo (PEVR) e Fazenda Cagibi e situam-se no município de Fênix (23°55'S - 51°57'W), região centro-oeste do estado do Paraná. As áreas possuem, respectivamente, 354 e 290 ha, ambas cercadas por cultivos agrícolas (milho e soja). O clima é do tipo Cfa ou subtropical úmido mesotérmico, de acordo com a classificação climática de Köppen (1948), com verões quentes e geadas pouco frequentes.

Os outros dois fragmentos localizam-se nos domínios da Floresta Ombrófila Mista (FOM) e pertencem à Celulose Irani S.A. e Remasa Reflorestadora Ltda. A primeira situa-se no município de Vargem Bonita – SC (27°0'11"S e 51°44'24"W) aonde as áreas de floresta nativa possuem 13.500 ha entremeadas por plantios de *Pinus* spp. que somam, 14.000 ha. A segunda localiza-se no limite dos municípios de Bituruna, General Carneiro e Palmas – PR (26°14'-26°22'S e 51°34'-51°39'W), aonde as áreas de floresta nativa possuem 3.000 ha, entremeadas por plantios de *Pinus* spp. com 3.500 ha.

O clima, segundo Köppen (1948), é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb) com média do mês mais quente superior a 20 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C, sem estação seca, verão brando e geadas severas e frequentes.

2.2.2 Fenologia

FES - Essas áreas foram intensivamente estudadas por S. B. Mikich e equipe entre 1990 e 2007, gerando uma ampla base de dados sobre a fauna e flora, bem como suas interações. Assim, ali foram encontradas aproximadamente 200 espécies de frutos zoocóricos. Foram registrados os seguintes eventos fenológicos: presença/ausência de flores, presença/ausência de frutos e seu estágio de maturação, além da quantidade de frutos na copa segundo a escala qualitativa proposta por Fournier (1974), que foi utilizada para caracterizar o pico intra-anual de frutificação de cada espécie. A fenologia reprodutiva, dentre outras características ecológicas e morfológicas, foi descrita por Mikich (2001) e Mikich & Silva (2001).

FOM - Nessas áreas foram encontradas 121 espécies zoocóricas, cuja fenologia foi monitorada entre 2004 e 2005 por Liebsch e Mikich, (2009). As seguintes fenofases foram consideradas: flores em botão, flores em antese, frutos imaturos e frutos maduros.

2.2.3 Dieta

FES - Entre os anos de 1990 e 1997, foram coletadas aproximadamente 2000 amostras fecais de *Sapajus nigritus* ao longo de trilhas e nas bordas dos remanescentes florestais de FES. Estas amostras foram triadas e os vestígios de frutos (i.e. sementes, fibras, epicarpo) identificados de acordo com a sua espécie (MIKICH, 2001), com auxílio de uma coleção de referência de sementes zoocóricas da região disponível na Embrapa Florestas (MIKICH; SILVA, 2001). Além das informações sobre a dieta, também já se encontravam disponíveis informações

sobre o tamanho populacional (VIDOLIN; MIKICH, 2004) e a interação com o cultivo do milho (S.B. MIKICH, dados não publicados).

FOM - Foram coletadas aproximadamente 7500 amostras fecais de *S. nigritus* por meio de cevas instaladas entre os anos de 2006 e 2008. Bem como as anteriores, estas amostras também foram triadas e as espécies de frutos identificadas (dados não publicados) de acordo com coleção de referência para a identificação de sementes zoocóricas da região disponível na Embrapa Florestas (LIEBSCH; MIKICH, 2009).

A seleção das espécies para as análises químicas foi baseada nas frequências de consumo obtidas por meio de registros mensais diretos (visuais) e indiretos (presença de sementes em amostras fecais) somados. Com base nessas frequências, para os frutos foram estabelecidas três classes de espécies de plantas: alta frequência de consumo - AF, baixa frequência de consumo - BF e não consumidas - NC.

2.2.4 Análises estatísticas

Foram feitas análises exploratórias com auxílio do software *Statistica* (STATSOFT, Inc., 2005). O teste de Qui-Quadrado foi executado para saber se houve diferença significativa ($P < 0,05$) no consumo entre as espécies analisadas em cada mês do ciclo sazonal, para cada área de estudo. A partir desta análise, foram selecionadas as espécies que tiveram consumo maior do que o esperado, juntamente com as espécies não consumidas no mesmo período e que estavam com média e alta disponibilidade de frutos para executar duas análises de componentes principais (PCA), uma com espécies coletadas em áreas de FES e

outra com espécies coletadas em áreas de FOM a fim de diminuir a dimensionalidade dos dados e buscar perfis de composição química que pudessem estar relacionados ao consumo. Foi usado o software *Unscrambler X* (CAMO SOFTWARE, 2012). Para estas análises os pesos das variáveis foram padronizados de acordo com os seus respectivos desvios padrão.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Fenologia x Dieta

Para a FES, durante cada mês do ciclo sazonal houve um consumo diferenciado das espécies disponíveis (Tabela 2.1). Em janeiro houve consumo maior do que o esperado de *Piper amalago* e *P. gaudichaudianum*, além de *Ficus insipida*, mesmo estando a primeira com média/baixa disponibilidade de frutos maduros. Em fevereiro *P. gaudichaudianum* também teve consumo maior do que o esperado, já com média/baixa disponibilidade de frutos maduros, *Psidium guajava* também teve consumo maior do que o esperado em fevereiro, mês em que a disponibilidade de frutos dessa espécie é alta. Entre março e julho, *Euterpe edulis* encontra-se com alta disponibilidade de frutos, e nesses meses o consumo desta espécie é bem acima do esperado. Nesses meses, além desta espécie, apenas outras quatro tiveram consumo acima do esperado: *Ficus insipida* em abril e junho, com média/baixa disponibilidade de frutos maduros; *Maclura tinctoria* em março, mês de alta disponibilidade, e abril, mês de média/baixa disponibilidade; *Psychotria carthagenensis* em julho, mês de alta disponibilidade; *Solanum caavurana* em junho, mês de alta disponibilidade de frutos nessa espécie. No mesmo período acima citado, algumas espécies pertencentes à dieta do macaco-prego que apresentavam alta disponibilidade de frutos maduros tiveram consumo abaixo do esperado, como *Palicourea macrobotrys* em junho e julho, *Piper gaudichaudianum* e *Psychotria carthagenensis* em junho, *Psidium guajava* e *Piper hispidum* em julho, e *Geophila macropoda* entre maio e julho.

Tabela 2.1 Teste de Qui-Quadrado entre o consumo das espécies disponíveis a cada mês do ciclo sazonal em uma área de ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual. As cores representam a fenologia: sombreamento branco= sem registro; sombreamento cinza claro= frutos imaturos; sombreamento cinza escuro= média/baixa disponibilidade; sombreamento preto= alta disponibilidade.

Espécie	CC ¹	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
<i>Euterpe edulis</i>	AF	2	1	10*	43*	79*	273*	188*	93*	93*	6	-	-
<i>Ficus insipida</i>	AF	13*	2	7	11*	11	39*	7	6	6 [†]	17*	2	0 [†]
<i>Morus nigra</i>	AF	-	0 [†]	-	-	-	-	-	16	16	74*	4	1
<i>Maclura tinctoria</i>	AF	6	4	27*	24*	8	7 [†]	4 [†]	-	-	3 [†]	31*	36*
<i>Palicourea macrobotrys</i>	AF	-	-	2	4	7	5 [†]	5 [†]	21*	21*	18*	1	-
<i>Piper amalago</i>	AF	17*	3	4	7	2	9 [†]	1 [†]	-	0 [†]	0 [†]	1	3
<i>Piper gaudichaudianum</i>	AF	43*	53*	21*	-	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	-	0 [†]	0 [†]
<i>Psidium guajava</i>	AF	3	21*	13*	2	2	0 [†]	0 [†]	2 [†]	2 [†]	1 [†]	-	-
<i>Piper hispidum</i>	AF	9	1	3	-	-	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	3	22*
<i>Psychotria carthagenensis</i>	AF	0 [†]	-	-	2	5	11 [†]	33*	8	8	0 [†]	-	-
<i>Solanum caavurana</i>	AF	-	-	-	0 [†]	5	36*	7	1 [†]	1 [†]	-	0 [†]	0 [†]
<i>Sorocea bonplandii</i>	AF	-	-	-	-	-	-	-	-	0 [†]	13	14*	0 [†]
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	BF	-	2	0 [†]	1	3	13	5 [†]	2 [†]	2 [†]	0 [†]	1	-
<i>Geophila macropoda</i>	BF	-	-	0 [†]	1	0 [†]	0 [†]	0 [†]	5	5 [†]	3 [†]	0 [†]	0 [†]
<i>Hovenia dulcis</i>	BF	-	0 [†]	-	-	-	0 [†]	1 [†]	-	-	0 [†]	-	-
<i>Jacaratia spinosa</i>	BF	0 [†]	4	6	0 [†]	0 [†]	-	-	-	-	-	-	-
<i>Momordica charantia</i>	BF	0 [†]	1	0 [†]	-	-	1 [†]	-	-				
<i>Trichilia catigua</i>	BF	-	-	-	-	-	-	-	1 [†]	1 [†]	9	2	-
<i>Annona cacans</i>	NC	0 [†]	0 [†]	-	-	-	-	-					
<i>Citharexylum solanaceum</i>	NC	0 [†]	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	-	-	-	-	-	0 [†]
<i>Cordia ecalyculata</i>	NC	-	-	0 [†]	0 [†]	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	NC	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	-	-					
<i>Solanum viarum</i>	NC	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	-	0 [†]					
<i>Trema micrantha</i>	NC	0 [†]	0 [†]	0 [†]	-	-	-	0 [†]					
Valor esperado		6	5	5	5	7	21	13	11	13	10	5	5
Qui-Quadrado		300	526	208	402	835	3357	2519	701	579	472	184	284
P		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

[†]Diferença significativa menor do que o esperado; *Diferença significativa maior do que o esperado. ¹Classes de consumo: alta frequência de consumo - AF, baixa frequência de consumo - BF e não consumidas - NC.

Para a FOM, durante os meses de janeiro, fevereiro e junho a dezembro também houve consumo diferenciado das espécies disponíveis (Tabela 2.2). Entre os meses de março e maio não houve registro de consumo de frutos, mesmo havendo algumas espécies com disponibilidade de frutos maduros. *Solanum inodorum* foi a espécie com maior consumo, sendo este maior do que o esperado entre os meses de julho a dezembro, mesmo tendo o estudo fenológico registrado apenas frutos imaturos em julho e agosto. *Allophylus edulis* também teve consumo

maior do que o esperado nos meses em que apresentou frutos maduros: novembro e dezembro. *Myrcianthes gigantea* teve consumo maior do que o esperado em janeiro, mês em que o estudo fenológico registrou apenas frutos imaturos. Em fevereiro, a espécie mais consumida foi *Ilex paraguariensis*.

Tabela 2.2 Teste de Qui-Quadrado entre o consumo das espécies disponíveis a cada mês do ciclo sazonal em uma área de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista. As cores representam a fenologia: sombreado branco= sem registro; sombreado cinza claro= frutos imaturos; sombreado preto= frutos maduros.

Espécie	CC ¹	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
<i>Allophylus edulis</i>	AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55*	28*
<i>Allophylus guaraniticus</i>	AF	-	-	-	-	-	0	1	32*	26 [†]	14 [†]	10 [†]	10
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	AF	0 [†]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16 [†]	41*
<i>Eugenia involucrata</i>	AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45*	0 [†]
<i>Eugenia uniflora</i>	AF	0 [†]	-	-	-	-	6*	10*	-	-	-	23	0 [†]
<i>Ilex paraguariensis</i>	AF	2	25*	0	0	-	-	1	1 [†]	-	-	-	-
<i>Myrcianthes gigantea</i>	AF	48*	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum inodorum</i>	AF	0 [†]	-	0	-	-	3	9*	32*	259*	818*	111*	3
<i>Eugenia speciosa</i>	BF	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phytolacca thyrsoiflora</i>	BF	0 [†]	0	0	0	0	0	4	4 [†]	2 [†]	-	-	3
<i>Rubus sellowii</i>	BF	-	0	0	-	0	-	2	1 [†]	-	-	-	-
<i>Solanum mauritianum</i>	BF	-	0	0	-	-	-	-	3 [†]	2 [†]	-	-	0 [†]
<i>Symplocos uniflora</i>	BF	3	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0 [†]	0 [†]
<i>Cordyline spectabilis</i>	NC	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0 [†]	0 [†]
<i>Lithrea brasiliensis</i>	NC	0 [†]	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 [†]
<i>Matayba elaeagnoides</i>	NC	0 [†]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 [†]
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	NC	0 [†]	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rudgea parquioides</i>	NC	0 [†]	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	NC	0 [†]	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	NC	0 [†]	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum variabile</i>	NC	0 [†]	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor esperado		4	2	-	-	-	2	5	12	72	416	33	7
Qui-Quadrado		559	298	-	-	-	11	18	98	649	777	302	280
P		<0.01	<0.01	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

[†]Diferença significativa menor do que o esperado; *Diferença significativa maior do que o esperado. ¹Classes de consumo alta frequência de consumo - AF, baixa frequência de consumo - BF e não consumidas - NC.

2.3.2 Composição Química x Dieta

Os dados de composição química das espécies com alta, baixa ou nenhuma frequência de consumo por macaco-prego foram caracterizados de acordo com o apresentado no capítulo I.

2.3.3 Composição Química x Fenologia

2.3.3.1 Floresta Estacional Semidecidual

As espécies que tiveram consumo maior do que o esperado na área de ocorrência de FES (*Euterpe edulis*, *Maclura tinctoria*, *Piper gaudichaudianum*, *Piper amalago*) e as espécies com média e alta disponibilidade de frutos maduros no mesmo período e que não foram consumidas (*Annona cacans*, *Citharexylum solanaceum*, *Guarea macrophylla*, *Solanum viarum*, *Cordia ecalyculata*) (Tabela 2.1) foram ordenadas em uma PCA em que os dois primeiros componentes principais somaram 94% da variância explicada (Tabela 2.3; Figura 2.1). O PC-1, responsável por 60% da variabilidade explicada, apresentou forte relação com o teor de frutose, espécies com altos teores deste açúcar tiveram relação negativa com o eixo. Já o PC-2, com 34% de explicação da variabilidade, se relacionou com o teor de ferro, espécies com altos teores deste mineral tiveram relação positiva com o eixo.

Tabela 2.3 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de uma área de Floresta Estacional Semidecidual. *Loadings* acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	PC-1	PC-2
Umidade	-0.013	0.030
Cinzas	-0.006	0.002
Proteínas	-0.002	0.000
Fibras	0.072	-0.051
Lipídios	0.011	-0.037
Carboidratos	-0.040	-0.014
Vitamina C	0.003	-0.003
CFTs*	0.059	0.006
Glicose	-0.548	0.304
Frutose	-0.692	0.343
Zinco	0.000	0.000
Cobre	0.015	0.000
Ferro	0.435	0.845
Fósforo	0.001	-0.002
Potássio	-0.013	-0.024
Manganês	0.147	0.267
Cálcio	0.004	0.007
Magnésio	0.002	0.000
Variância explicada (%)	60	34

*Compostos Fenólicos Totais

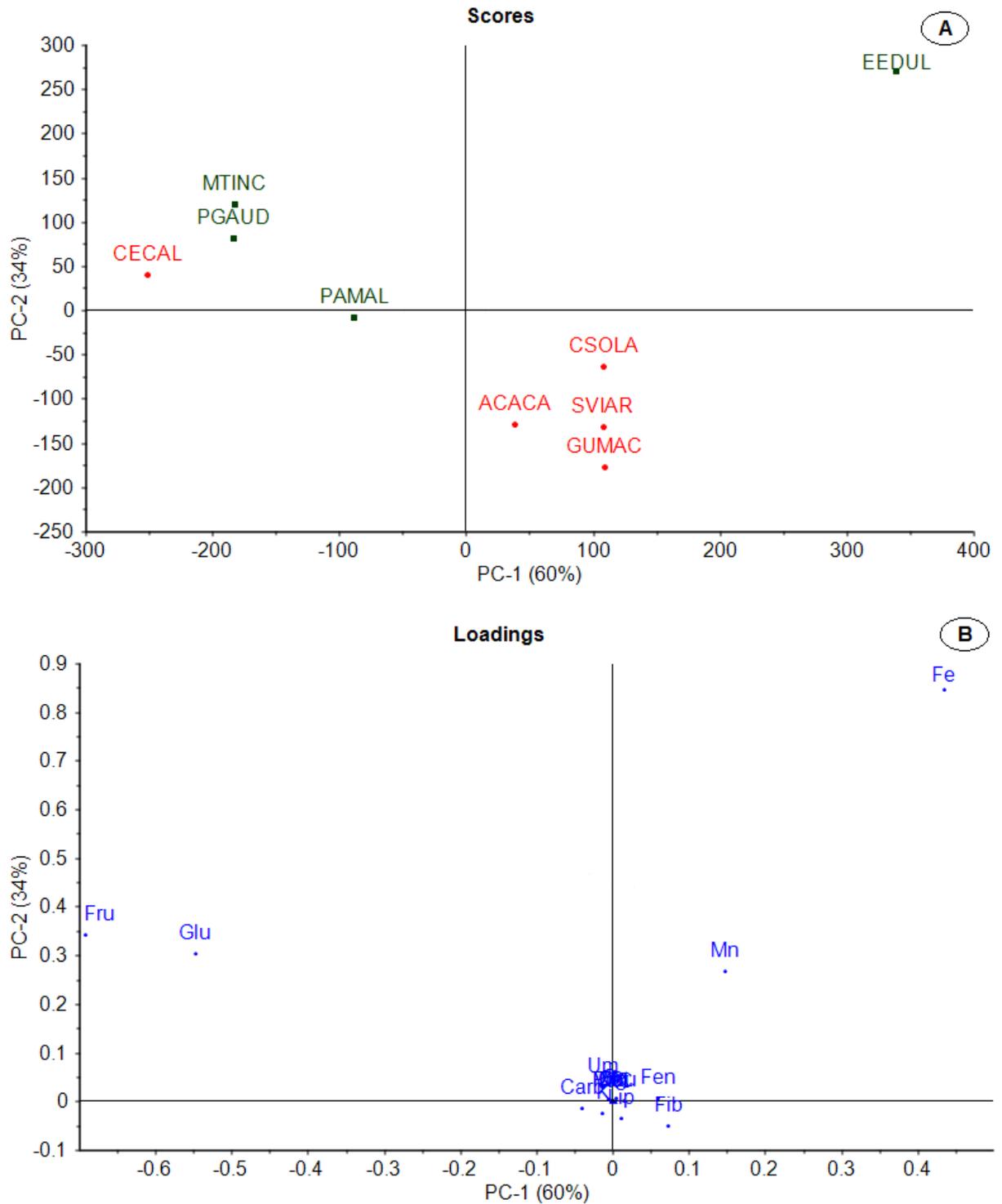


Figura 2.1 – Localização das espécies de frutos selvagens com alta frequência de consumo (verdes) e não consumidos (vermelhos) por *Sapajus nigritus* em uma área de ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual nos dois primeiros componentes principais das características químicas (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Para os códigos das espécies: ver apêndice I.

2.3.3.2 Floresta Ombrófila Mista

As espécies que tiveram consumo maior do que o esperado na área de ocorrência de FOM (*Solanum inodorum*, *Allophylus edulis*, *Myrcianthes gigantea*) e as espécies com média e alta disponibilidade de frutos maduros no mesmo período, mas que não foram consumidas (*Lithraea brasiliensis*, *Rhamnus sphaerosperma*, *Solanum diflorum*, *S. variabile*) (Tabela 2.2) foram ordenadas em uma PCA em que os dois primeiros componentes principais somaram 96% da variância explicada (Tabela 2.4; Figura 2.2). O PC-1, responsável por 71% da variabilidade explicada, apresentou forte relação com o teor de fósforo, espécies com altos teores deste mineral tiveram relação positiva com o eixo. Já o PC-2, com 25% de explicação da variabilidade, se relacionou com o teor de glicose, espécies com altos teores desse açúcar tiveram relação positiva com o eixo.

Tabela 2.4 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em frutos selvagens de uma área de Floresta Ombrófila Mista. **Loadings** acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	PC-1	PC-2
Umidade	0.011	-0.022
Cinzas	0.007	-0.001
Proteínas	-0.014	0.032
Fibras	-0.035	-0.071
Lipídios	-0.003	-0.012
Carboidratos	0.045	0.052
Vitamina C	0.005	0.000
CFTs*	0.024	0.056
Glicose	-0.224	0.711
Frutose	-0.277	0.587
Zinco	0.000	0.000
Cobre	0.031	0.005
Ferro	0.016	0.133
Fósforo	0.931	0.339
Potássio	0.006	0.024
Manganês	-0.005	0.027
Cálcio	0.000	-0.008
Magnésio	0.028	-0.053
Variância explicada (%)	71	25

*Compostos Fenólicos Totais

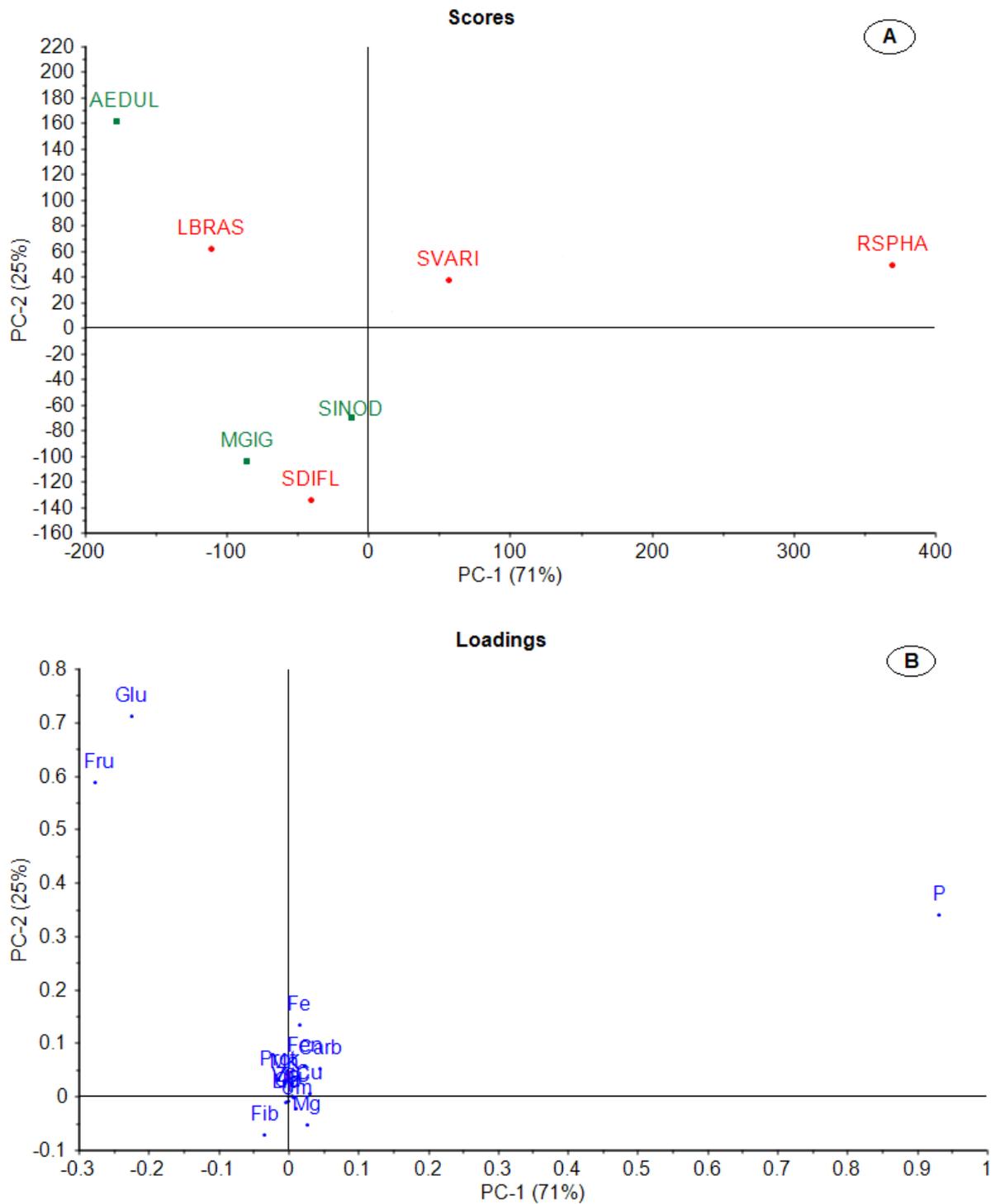


Figura 2.2 – Localização das espécies de frutos selvagens com alta frequência de consumo (verdes) e não consumidos (vermelhos) por *Sapajus nigritus* em uma área de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista nos dois primeiros componentes principais das características químicas (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Para os códigos das espécies: ver apêndice I.

2.4 DISCUSSÃO

A hipótese inicial de que a composição química seria o principal fator influenciando as frequências de consumo durante o período de maior oferta de frutos foi confirmada apenas para a FES. Em FOM o resultado não confirmou esta hipótese, o que indica que são necessárias mais informações que possam esclarecer essas relações. No caso de FES, os macacos-prego evitaram o consumo de frutos com baixos teores de frutose, glicose e ferro e com altos teores de fibras.

Quanto à hipótese de que quando a oferta de frutos é baixa, a disponibilidade é o principal fator que determina o consumo, puderam-se observar diferenças nas frequências entre os frutos disponíveis, indicando que deve haver um ou mais fatores que influenciam essa escolha.

De acordo com Rode e cols. (2003) a sazonalidade afeta a disponibilidade de determinadas substâncias essenciais ao funcionamento do organismo, o que faz algumas espécies se adaptarem à mudança amortecendo a mudança através das escolhas dos alimentos. A dieta frugívora do macaco-prego nas áreas de estudo é altamente variável no que se refere à composição química. Como a disponibilidade do alimento não ocorre de maneira homogênea ao longo do ano, os animais precisam alterar a sua dieta a fim de alcançar um balanço energético proveitoso (GANAS; ORTMANN; ROBBINS, 2009). O caso de *Sapajus nigritus* não é diferente, tendo este animal uma dieta basicamente frugívora, a disponibilidade do seu alimento é altamente influenciada pela sazonalidade, ocorrendo períodos do ano em que os itens preferenciais são escassos.

Na área de ocorrência da FES duas espécies exóticas – *Psidium guajava* e *Morus nigra* – tiveram consumo maior do que o esperado nos meses em que

estavam com alta disponibilidade de frutos maduros. As suas abundâncias nessas áreas são consideravelmente altas, e nos meses em que possuem alta disponibilidade de frutos, servem como base para a dieta tanto do macaco-prego como outros mamíferos e também aves nessa região (MIKICH, 2001). A disponibilidade de espécies exóticas no inverno é um dos fatores que mais contribui para a sobrevivência de uma população de quatis no Parque Nacional *Iguazu*, na Argentina (HIRSCH, 2009).

Animais que dependem primariamente de plantas para suprir suas exigências nutricionais precisam buscar uma variedade de fontes alimentares (MILTON, 1993). A qualidade do alimento pode determinar a densidade populacional de primatas, principalmente em habitats perturbados pela ação antropogênica, (RODE et al., 2006). Muitos autores defendem que são vários fatores, e não apenas um, que influenciam a escolha de alimentos por primatas (MILTON, 1979; DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989; OFTEDAL, 1991), tendo sido associada aos conteúdos de lipídios, fibras e proteínas (MILTON, 1979; DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989). Primatas dependem, ainda, de pistas visuais para avaliar itens alimentares familiares (LASKA; FREIST; KRAUSE, 2007).

Outra característica também bastante importante é a composição de defesas químicas das plantas, os compostos secundários, citada em alguns trabalhos como mais importante até do que os nutrientes (DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989; CIPOLLINI; LEVEY, 1997; CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008). O aprendizado parece ser o fator mais importante para evitar intoxicação por compostos secundários, através da habilidade de aprender rapidamente a associar as propriedades sensoriais do alimento com as consequências metabólicas da sua ingestão (LASKA; FREIST; KRAUSE, 2007). No presente estudo, foi avaliada a

quantidade de compostos fenólicos totais presentes nos frutos consumidos e evitados, mas não foi encontrada uma relação entre o consumo e a presença desses compostos. Dentre estas substâncias podem se citar os flavonoides e as quinonas, que possuem ação tóxica e deterrente a alguns organismos (SAITO; LUCCHINI, 1998), e também os taninos, que além de capacidade deterrente podem tanto diminuir a qualidade nutricional da planta como também apresentar ação antioxidante (SAITO; LUCCHINI, 1998; SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000). Por causa dessa variedade de substâncias e efeitos, faz-se necessária a investigação mais detalhada dos compostos secundários presentes nos frutos e que possam causar a rejeição por parte do macaco-prego.

No que se refere à composição química, dada a variação dos nutrientes encontrada nos frutos consumidos por *S. nigritus*, acredita-se que esse animal busca um balanço na ingestão de nutrientes e antinutrientes, uma vez que não foi encontrada nenhuma característica que justifique a rejeição de certas espécies de frutos pelo macaco-prego. Estudos prévios sugerem que a característica mais importante para a escolha dos alimentos por animais seja a sua composição de compostos secundários (DEBUSSCHE; INSENMANN, 1989; CIPOLLINI; LEVEY, 1997; ROTHMAN; DUSINBERRE; PELL, 2008). Dada à variedade de substâncias que os constituem e a variedade de efeitos que elas podem acarretar não se descarta a hipótese de que haja alguma que seja capaz de causar rejeição por *S. nigritus*. Compostos com essas características podem se tornar ferramentas importantes para auxiliar o manejo de populações-problema de macaco-prego em plantios de pinus e milho.

A disponibilidade do alimento se mostrou como principal característica influenciando o consumo de frutos por macaco-prego. Com base nesse resultado, e

de acordo com o que foi previamente proposto por Mikich e Liebsch (2009), o enriquecimento dos remanescentes de floresta nativa que compõem Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal em áreas em que ocorrem danos por populações-problema de *S. nigritus* deve levar em conta a fenologia das espécies de plantas e as preferências desse primata, de tal forma que sejam priorizadas espécies com alta frequência de consumo e que frutifiquem durante o período com maior incidência de danos, no caso da FOM, inverno e primavera.

LITERATURA CITADA

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: From individuals to ecosystems**. 4th. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2006. 738p.

CAMO SOFTWARE. **Unscrambler X**, versão 10.2. Oslo 2012.

CAZETTA, E.; SCHAEFER, H. M.; GALETTI, M. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition? **Oecologia**, v. 155, n. 2, p. 277-286, Mar 2008. ISSN 0029-8549.

CIPOLLINI, M. L.; LEVEY, D. J. Why are some fruits toxic? Glycoalkaloids in *Solanum* and fruit choice by vertebrates. **Ecology**, v. 78, n. 3, p. 782-798, Apr 1997. ISSN 0012-9658.

CORLETT, R. T. How to be a frugivore (in a changing world). **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, v. 37, n. 6, p. 674-681, Nov-Dec 2011. ISSN 1146-609X.

DEBUSSCHE, M.; ISENMANN, P. Fleshy fruit characters and the choices of bird and mammal seed dispersers in a Mediterranean region. **Oikos**, v. 56, n. 3, p. 327-338, Nov 1989. ISSN 0030-1299.

FELTON, A. M. et al. Nutritional goals of wild primates. **Functional Ecology**, v. 23, n. 1, p. 70-78, Feb 2009. ISSN 0269-8463.

_____. Nutritional ecology of *Ateles chamek* in lowland Bolivia: How macronutrient balancing influences food choices. **International Journal of Primatology**, v. 30, n. 5, p. 675-696, Oct 2009. ISSN 0164-0291.

FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-424, 1974.

FREELAND, W. J.; JANZEN, D. H. Strategies in herbivory by mammals – Role of plant secondary compounds. **American Naturalist**, v. 108, n. 961, p. 269-289, 1974. ISSN 0003-0147.

FREITAS, C. H. et al. Agricultural crops in the diet of bearded capuchin monkeys, *Cebus libidinosus* Spix (Primates: Cebidae), in forest fragments in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 1, p. 32-39, 2008.

GALETTI, M.; PEDRONI, F. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in South East Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 27-39, Feb 1994. ISSN 0266-4674.

GANAS, J.; ORTMANN, S.; ROBBINS, M. M. Food preferences of wild mountain gorillas. **American Journal of Primatology**, v. 70, n. 10, p. 927-938, Oct 2008. ISSN 0275-2565.

_____. Food choices of the mountain gorilla in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda: the influence of nutrients, phenolics and availability. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, p. 123-134, Mar 2009. ISSN 0266-4674.

GAUTIER-HION, A. et al. Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. **Oecologia**, v. 65, n. 3, p. 324-337, 1985. ISSN 0029-8549.

HIRSCH, B. T. Seasonal variation in the diet of Ring-Tailed Coatis (*Nasua nasua*) in Iguazu, Argentina. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 1, p. 136-143, Feb 2009. ISSN 0022-2372.

HOHMANN, G. et al. Plant foods consumed by *Pan*: Exploring the variation of nutritional ecology across Africa. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 141, n. 3, p. 476-485, Mar 2010. ISSN 0002-9483.

IZAR, P. Dispersão de sementes por *Cebus nigritus* e *Brachyteles arachnoides* em área de Mata Atlântica, Parque Estadual Intervales, SP. In: FERRARI, S. F. e RÍMOLI, J. (Ed.). **A Primatologia no Brasil**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental – UFS, v.9, 2008. p.8-24.

KAMIL, A. C.; ROITBLAT, H. L. The ecology of foraging behavior - Implications for animal learning and memory. **Annual Review of Psychology**, v. 36, p. 141-169, 1985. ISSN 0066-4308.

KOEHLER, A.; FIRKOWSKI, C. Descascamento de pinus por macaco-prego (*Cebus apella*). **Floresta**, v. 24, n. 1/2, p. 61-75, 1996.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

LASKA, M.; FREIST, P.; KRAUSE, S. Which senses play a role in nonhuman primate food selection? A comparison between squirrel monkeys and spider monkeys. **American Journal of Primatology**, v. 69, n. 3, p. 282-294, Mar 2007. ISSN 0275-2565.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. M.; GOLDENBEG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p. 1717-1725, Jun 2008. ISSN 0006-3207.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 375-391, 2009.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do Estado do Paraná. **Neotropical Primates**, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2005.

MIKICH, S. B. **Frugivoria e dispersão de sementes em uma pequena reserva isolada do Estado do Paraná, Brasil**. 2001. 145p (Doutorado em Zoologia). Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. **O Macaco-prego e os Plantios de *Pinus* spp.** Comunicado Técnico, n 234. Embrapa Florestas. Colombo, PR, p.1-5. 2009

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** v. 15, p. 89-113, 2001.

MILTON, K. Factors influencing leaf choice by Howler Monkeys - Test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. **American Naturalist**, v. 114, n. 3, p. 362-378, 1979. ISSN 0003-0147.

_____. Diet and primate evolution. **Scientific American**, v. 269, n. 2, p. 86-93, Aug 1993. ISSN 0036-8733.

_____. Micronutrient intakes of wild primates: are humans different? **Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular & Integrative Physiology**, v. 136, n. 1, p. 47-59, Sep 2003. ISSN 1095-6433.

OFTEDAL, O. T. The nutritional consequences of foraging in Primates – The relationship of nutrient intakes to nutrient-requirements. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences**, v. 334, n. 1270, p. 161-170, Nov 1991. ISSN 0962-8436.

PYKE, G. H.; PULLIAM, H. R.; CHARNOV, E. L. Optimal foraging – Selective review of theory and tests. **Quarterly Review of Biology**, v. 52, n. 2, p. 137-154, 1977. ISSN 0033-5770.

RODE, K. D. et al. Mineral resource availability and consumption by Colobus in Kibale National Park, Uganda. **International Journal of Primatology**, v. 24, n. 3, p. 541-573, Jun 2003. ISSN 0164-0291.

_____. Nutritional correlates of population density across habitats and logging intensities in redtail monkeys (*Cercopithecus ascanius*). **Biotropica**, v. 38, n. 5, p. 625-634, Sep 2006. ISSN 0006-3606.

ROTHMAN, J. M.; CHAPMAN, C. A.; PELL, A. N. Fiber-bound nitrogen in gorilla diets: Implications for estimating dietary protein intake of primates. **American Journal of Primatology**, v. 70, n. 7, p. 690-694, Jul 2008. ISSN 0275-2565.

SAITO, M. L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 46.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds - nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health.

Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 80, n. 7, p. 1094-1117, May 2000. ISSN 0022-5142.

SCHOENER, T. W. Theory of feeding strategies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, p. 369-404, 1971.

SIH, A.; CHRISTENSEN, B. Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? **Animal Behaviour**, v. 61, p. 379-390, Feb 2001. ISSN 0003-3472.

SILVA JUNIOR, J. S. **Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (Primates, Cebidae)**. Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia: 11-12 p. 2005.

SOURD, C.; GAUTIERHION, A. Fruit selection by a forest Guenon. **Journal of Animal Ecology**, v. 55, n. 1, p. 235-244, Feb 1986. ISSN 0021-8790.

STATSOFT Inc. **STATISTICA (data analysis software system)**, versão 7.1. Disponível em: <www.statsoft.com>. 2005.

VIDOLIN, G. P.; MIKICH, S. B. ***Cebus nigritus* (Primates: Cebidae) no P. E. Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR: estimativa populacional e área de vida, composição e dinâmica dos grupos**. Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 4. Curitiba, PR: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: 196-205 p. 2004.

VILANOVA, R. et al. Limites climáticos e vegetacionais das distribuições de *Cebus nigritus* e *Cebus robustus* (Cebinae, Platyrrhini). **Neotropical Primates**, v. 13, n. 1, p. 14-19, 2005.

VISALBERGHI, E. et al. Preferences towards novel foods in *Cebus apella*: the role of nutrients and social influences. **Physiology & Behavior**, v. 80, n. 2-3, p. 341-349, Nov 2003. ISSN 0031-9384.

WRANGHAM, R. W.; CONKLIN-BRITAIN, N. L.; HUNT, K. D. Dietary response of chimpanzees and cercopithecines to seasonal variation in fruit abundance. I. Antifeedants. **International Journal of Primatology**, v. 19, n. 6, p. 949-970, Dec 1998. ISSN 0164-0291.

Capítulo III

Varição na concentração de nutrientes e antinutrientes na seiva de *Pinus* spp. e sua relação com os danos causados por macacos-prego (*Sapajus nigritus*)

RESUMO

Espécies primatas onívoras com alta capacidade de aprendizado e plasticidade ecológica se adaptam a ambientes antropizados, invadindo monoculturas agrícolas e florestais para obter água e alimento. Dessa forma, podem causar danos físicos a esses cultivos, acarretando perdas financeiras aos produtores. Esta é a situação do macaco-prego (*Sapajus nigritus*) no sul do Brasil. Sua dieta está baseada principalmente em sementes e frutos. Porém, o histórico de exploração da Mata Atlântica agravou a escassez de alimento em períodos de baixa frutificação, levando essa espécie a buscar recursos alternativos nesse período (inverno/primavera). No caso do pinus, o macaco-prego retira a casca da árvore e consome a seiva elaborada junto com o floema, o que compromete irreversivelmente o crescimento da árvore em diferentes graus em função do tipo e extensão do dano. As diferentes espécies de *Pinus* spp. plantadas comercialmente na região sul do Brasil não são consumidas na mesma proporção da disponibilidade, sugerindo preferências e, inclusive, revelando que algumas delas são evitadas. Portanto, a hipótese do presente estudo é que este consumo diferenciado das espécies de pinus esteja relacionado à qualidade e/ou quantidade de nutrientes e antinutrientes na seiva. Foram, assim, amostradas três espécies de *Pinus*: *P. taeda*, *P. elliotti* e *P. patula*, a última, evitada por *S. nigritus*, apesar de presente em pontos onde as outras espécies foram consumidas. Realizaram-se quatro coletas de seiva entre novembro/2011 e agosto/2012, uma a cada estação. Para tanto, foi aberto um painel de 20 x 60 cm na porção superior do tronco de árvores adultas, a casca foi removida e toda a camada de tecido macio e líquido subjacente recolhido em potes plásticos, imediatamente resfriados e congelados. Cada amostra foi analisada quanto a: composição centesimal, minerais, vitamina C, açúcares e compostos secundários. Água, carboidratos e fibras predominaram na seiva das três espécies. A seiva, apesar da baixa preferência, possui alta importância para o macaco-prego durante o inverno/primavera, por causa da baixa disponibilidade de frutos, podendo ser considerado um recurso do tipo *fallback*. As seivas de *Pinus taeda* e *P. elliotti*, espécies consumidas por *S. nigritus*, apresentaram altos teores de açúcares no inverno/primavera, de tal forma que esses itens poderiam servir como uma

importante fonte alternativa. Já *P. patula*, evitado por *S. nigritus*, teve teores mais baixos de açúcares, mas altas concentrações de compostos fenólicos no inverno, sugerindo uma possível relação com seu não consumo. Embora o presente estudo apresente resultados promissores em termos de diferenças químicas na seiva de pinus que poderiam explicar o seu consumo diferenciado dentre as espécies e ao longo do ano, recomenda-se uma investigação pormenorizada dos compostos fenólicos com o intuito de identificar potenciais deterrentes desse primata e, com isso, contribuir para o seu manejo em cultivos florestais e, eventualmente, agrícolas.

Palavras-chave: Manejo de Fauna. Deterrentes. Preferência Alimentar

ABSTRACT

Omnivorous primate species with high learning capacity and ecological plasticity adapt to man-disturbed environments, invading agricultural and forestry monocultures to get water and food. Thus, they may cause injury to these crops, causing financial losses for producers. This is the situation of the brown capuchin monkey (*Sapajus nigritus*) in southern Brazil. Its diet is based essentially on seeds and fruits. However, Atlantic Forest history of exploration increases food shortages during low-fruiting periods, causing this animal species to seek for alternative resources during this period (winter/spring). In the case of pine, brown capuchin monkeys strip the bark of the tree and eat the phloem sap drawn up together with phloem tissue, irreversibly compromising the tree growth to variable degrees depending on the type and extent of the damage. Different species of *Pinus* spp. planted commercially in the southern Brazil are not consumed at the same rate of availability, suggesting preferences and even revealing that some of them are avoided. Hence, the hypothesis of this study is that this differentiated consumption of pine species is related to the quality and/or quantity of nutrients and antifeedants in the sap. There were sampled three pine species of *Pinus*: *P. taeda*, *P. elliotti* and *P. patula*, the last one is avoided by *S. nigritus*, although it is present in the same places where the other species were consumed. Four sap samplings were conducted between November/2011 and August/2012, one each season. To collect these samples, a panel of 20 x 60 cm was opened in the upper portion of the trunk of adult trees, the bark was removed and the entire soft tissue layer together with the underlying liquid were collected in plastic containers, immediately cooled and frozen. Each sample was analyzed for: centesimal composition, minerals, vitamin C, sugars and secondary compounds. Water, carbohydrates and fiber predominated in the phloem of the three species. Sap, although its lower preference, has high importance to brown capuchin monkeys during winter/spring, because of fruit low availability and it may be considered a fallback resource. Phloem sap of *P. taeda* and *P. elliotti*, species consumed by *S. nigritus*, presented high levels of sugars during winter/spring, which can serve as an important alternative source. At the same time,

P. patula, avoided species by *S. nigritus*, had lower levels of sugars, but high concentrations of phenolic compounds in winter, suggesting a possible connection with its rejection by brown capuchin monkeys. Although this study shows promising results in terms of chemical differences in pine phloem sap that could explain its differential intake among pine species and throughout the year, a detailed investigation of the phenolic compounds is recommended in order to identify potential deterrents to this primate and thus contribute to its management in forestry and eventually agricultural plantations.

Key-words: *Wildlife Management. Antifeedants. Food Preference.*

3.1 INTRODUÇÃO

O histórico de exploração da Mata Atlântica na região sul do Brasil, causa da baixa riqueza específica em vários de seus remanescentes (LIEBSCH; MARQUES; GOLDENBERG, 2008), agrava a escassez de alimento na floresta em períodos de baixa frutificação. Essa situação faz com que ocorra a busca por recursos alternativos por parte dos macacos-prego, como uma adaptação ecológica que permite a essa espécie suportar os efeitos negativos da redução e fragmentação de habitat (ROCHA, 2000; BERNARDO; GALETTI, 2004; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2006).

No Brasil há um total de 6.515.844 ha de áreas de reflorestamento, sendo 1.641.892 ha com espécies de *Pinus* spp. Este gênero, representado por várias espécies de clima temperado, ocupa principalmente a região sul do país, responsável por 84% de seus plantios (ABRAF, 2012). Esses plantios avançaram bastante sobre as florestas nativas no último século, contribuindo para o aumento da fragmentação dessas áreas.

O consumo da seiva do floema de plantas por animais é comum, principalmente entre insetos fitófagos (LAWTON, 1983); entre vertebrados, no entanto, já foi registrado para roedores (PEDERSON; WELCH, 1985; ANDREIV, 2002), babuíños (McNAMARA, 2005; HENZI et al., 2011; MARAIS et al., 2006), elefantes, bisões e veados (BROWNE, 1968) e macaco-prego (ROCHA, 2000; MIKICH; LIEBSCH, 2009). De maneira geral, a seiva do floema contém grandes quantidades de carboidratos e outras substâncias como aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas, sais minerais e íons (DINANT, 2008).



Figura 3.1 – Tipos de danos causados por *Sapajus nigritus* em plantios de pinus: dano do tipo “janela” (a) em que apenas uma face do tronco é danificada, dano do tipo “anelar” (b) em que o descascamento se dá em toda a circunferência do caule, impedindo a condução da seiva e causando a morte da ponteira da árvore, que pode ser detectada pela coloração amarelada das acículas (c).

Para consumir a seiva do pinus, o macaco-prego retira a casca da árvore (ritidoma) em tiras longas, de indivíduos com pelo menos quatro anos de idade, geralmente no terço superior do tronco, em dois tipos básicos de padrão. No padrão “janela”, apenas uma face do tronco é danificada (Figura 3.1a), enquanto no padrão “anelar” o descascamento se dá em toda a circunferência do caule, causando um anelamento, em um ou mais entrenós (Figura 3.1b). Independente do padrão do dano, no entanto, o objetivo do animal é o consumo de seiva elaborada, ingerida junto com o floema, o que interrompe a sua condução quando o dano tem o padrão anelar (MIKICH; LIEBSCH, 2009). Nesse caso, a porção superior da árvore seca (Figura 3.1c), comprometendo o seu crescimento e causando estresse, o que, por sua vez, favorece o ataque por organismos patogênicos ou insetos (VON DEM BUSSCHE; VAN DER ZEE, 1985; MAGANGA; WRIGHT, 1991) ou até a morte (KOEHLER; FIRKOWSKI, 1996).

Apesar desse recurso estar presente o ano todo, o consumo ocorre exclusivamente entre julho e dezembro, período com baixa produção de frutos na floresta nativa (Figura 3.2; cf. MIKICH; LIEBSCH, 2009). Desse modo, a seiva do pinus se encaixa na categoria de alimentos *fallback*, aqueles com baixa preferência

de consumo, porém, com alta importância sazonal, já que são consumidos quando os alimentos preferenciais não estão disponíveis (MARSHALL; WRANGHAM, 2007). Além disso, as diferentes espécies de *Pinus* spp. plantadas comercialmente na região sul do Brasil não são consumidas na mesma proporção da disponibilidade, sugerindo preferências e, inclusive, revelando que algumas delas são evitadas (cf. MIKICH; LIEBSCH, 2009).

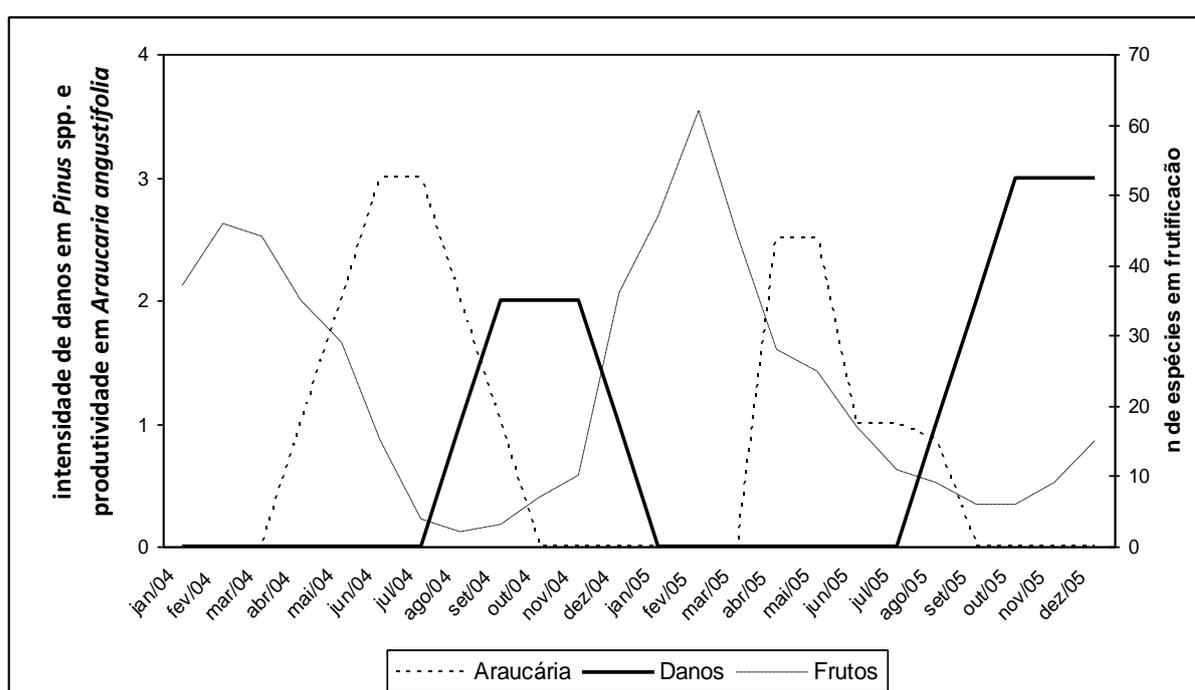


Figura 3.2 – Evolução da intensidade de danos causados em *Pinus* spp. durante dois ciclos sazonais em relação à produtividade de sementes de *Araucaria angustifolia* e número de espécies em frutificação em uma área de Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil (retirado de MIKICH; LIEBSCH, dados não publicados).

A seleção dos alimentos por animais é feita de maneira a otimizar o gasto energético para sua obtenção e diminuir o risco de predação, maximizando a aptidão genética individual (HOWE, 1986). Preferências por certos alimentos, como um mecanismo para o balanço de nutrientes, podem ser aprendidas como resultado de um *feedback* fisiológico após o consumo desses alimentos (VISALBERGHI et al., 2003a; CORLETT, 2011). O aprendizado parece ser o fator mais importante para

evitar intoxicação por compostos secundários, por meio da habilidade de aprender rapidamente a associar as propriedades sensoriais do alimento às consequências metabólicas da sua ingestão (LASKA; FREIST; KRAUSE, 2007). Dentre estas substâncias podem se citar os flavonoides e as quinonas, que possuem ação tóxica e deterrente a alguns organismos (SAITO; LUCCHINI, 1998), e também os compostos fenólicos, como os taninos, que além de capacidade deterrente e diminuição da qualidade nutricional da planta, podem também apresentar ação antioxidante (SAITO; LUCCHINI, 1998; SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000).

Assim, o principal objetivo deste estudo foi investigar as concentrações de nutrientes e antinutrientes em *Pinus* spp. e relacioná-las aos danos causados por *Sapajus nigritus*, levando em consideração as diferentes espécies, idades e a sazonalidade. Segundo a hipótese deste estudo, acredita-se que o consumo diferenciado das espécies de *Pinus* spp. esteja relacionado à qualidade e/ou quantidade de nutrientes e antinutrientes na seiva, de tal forma que espécies evitadas seriam aquelas com altas concentrações de deterrentes (compostos secundários).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

As amostragens foram conduzidas em uma área de Floresta Ombrófila Mista (FOM), situada no município de Vargem Bonita – SC (27°0'11"S e 51°44'24"W), pertencente à Celulose Irani S.A. O clima, segundo Köppen (1948), é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb) com média do mês mais quente superior a 20 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C sem estação seca; o verão é brando e as geadas severas e frequentes. As áreas de floresta nativa possuem 13.500 ha, entremeadas por plantios de *Pinus* spp. que somam 14.000 ha.

3.2.2 Coletas

Neste estudo o termo “seiva” foi utilizado em referência a toda camada de tecido macio e líquido encontrada logo abaixo do ritidoma das árvores de pinus.

Foram realizadas quatro coletas de seiva entre novembro/2011 e agosto/2012 – uma a cada estação (novembro/11 - primavera, fevereiro/12 - verão, maio/12 – outono e agosto/12 - inverno) – para verificar possíveis variações sazonais na sua composição química. Além disso, foram coletadas amostras de indivíduos de diferentes idades, de acordo com a disponibilidade na área de estudo.

Foram amostradas três espécies de *Pinus* com as seguintes idades: *P. taeda* 5, 10, 15 e 22 anos; *P. elliotti* 10 e 15 anos; *P. patula* 10 e 22 anos. As duas primeiras espécies são consumidas por *Sapajus nigritus* na área de estudo,

enquanto a última é evitada por esse primata, apesar de estar presente em pontos onde o consumo das outras duas espécies foi registrado (obs. pess.).

A seiva foi coletada de acordo com a seguinte metodologia: foi aberto um painel de 20 x 60 cm, no terço superior do tronco (Figura 3.3a), que é a parte comumente afetada pelos ataques do macaco-prego. A casca foi retirada e toda a área raspada (Figura 3.3b), de tal forma que a camada de tecido macio e líquido foi inteiramente recolhida (Figura 3.3c). Foram amostrados dois a cinco indivíduos da mesma espécie e idade de cada talhão para compor uma amostra. Este material foi acondicionado em sacos plásticos, imediatamente resfriados em caixa térmica com gelo, e congelados em seguida. As amostras destinadas à análise de vitamina C foram envolvidas em papel alumínio assim que coletadas e, da mesma forma, resfriadas e congeladas.



Figura 3.3 – Metodologia utilizada para coleta de seiva: abertura de um painel de 20 x 60 cm no terço superior do tronco (a) e raspagem de toda a área abaixo da casca (b) para a retirada da camada de tecido macio e líquido (c).

Como o dano causado por essa metodologia é muito grande, a amostragem dos mesmos indivíduos é inviável. Conseqüentemente, a cada coleta foram

amostrados indivíduos diferentes, mas pertencentes aos mesmos talhões (mesma espécie e idade) dos anteriores.

3.2.3 Análises químicas

As amostras de seiva foram analisadas no Núcleo de Tecnologia de Produtos Florestais da Embrapa Florestas, Colombo, PR, Brasil. Para as análises de vitamina C (ácido ascórbico), as amostras foram enviadas ao Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

Cada amostra foi analisada de acordo com a sua composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras alimentares), minerais, vitamina C, açúcares (glicose e frutose) e compostos secundários (compostos fenólicos totais).

A composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras alimentares e carboidratos) foi realizada de acordo com as metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz (2005) e os dados foram expressos em % em base seca (m/m). As análises foram realizadas em triplicata, de modo que cada dado corresponde à média de três repetições, com exceção das fibras e lipídios, que foram feitos em duplicata.

Para a determinação da umidade utilizou-se o método gravimétrico, com ação de calor, onde a umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água livre foi removida. Para tanto, foi realizada secagem direta em estufa a 105°C até peso constante. As cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550°C, por cerca de 4 horas até a completa

destruição da matéria orgânica. Para a determinação do teor de lipídios, as amostras foram pesadas em cartuchos de celulose forrados com algodão desengordurado e, após a sua desidratação, foi realizada extração direta em aparelho extrator de Soxhlet, utilizando éter etílico anidro como solvente. A proteína total foi calculada multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25. O nitrogênio total foi determinado pelo método micro Kjeldahl por meio de destilação da matéria orgânica em solução ácida a 350 °C, seguida de destilação após a reação com hidróxido de sódio 50% e, por fim, titulação com HCl 0,1N. A quantidade de fibra alimentar total das amostras foi determinada pelo método enzimático gravimétrico, através de incubações com: *α-amilase* termo-estável, *protease* e *amiloglicosidase*, seguidas de precipitação com etanol e filtração em cadinhos de vidro com placa porosa preparados com celite. Por fim, procedeu-se a secagem dos cadinhos em estufa à 105°C, *overnight* e corrigiu-se as amostras para cinzas (mufla 550 °C, 5 horas) e proteínas. O conteúdo de carboidratos foi calculado por diferença. Para o cálculo foram somadas as cinco determinações: umidade (%), lipídios (%), proteína (%), fibra alimentar (%) e cinzas (%). Esta soma foi subtraída do total (100%) e o resultado representa a fração glicídica do produto.

A determinação da quantidade dos minerais: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Fósforo (P), foi realizada pela digestão nitro-perclórica das amostras a 350°C. As análises de Cu, Fe, Zn, Mn, Ca e Mg foram feitas por Espectrometria de Absorção Atômica (EAA), utilizando para cada uma a respectiva lâmpada de cátodo oco. O combustível das análises foi o acetileno e o comburente o ar comprimido, com fluxos auto ajustáveis. Para o Ca e o Mg foi adicionado na amostra a ser analisada, óxido de lantânio (La₂O), na proporção de 0,5 mL para cada 5 mL de amostra. O mineral K foi

analisado por fotometria de chama e o P foi analisado por espectrofotometria, pela reação com molibdato de amônio.

As determinações de vitamina C, encomendadas ao CEPPA-UFPR, foram feitas por titulação com iodato de potássio, em duplicata (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Quanto aos compostos secundários, foram avaliados os conteúdos de compostos fenólicos totais por meio do método espectrofotométrico desenvolvido por Folin-Ciocalteu. A curva padrão foi feita com ácido gálico (ROSSI; SINGLETON, 1965).

Os açúcares glicose e frutose foram determinados por cromatografia de troca aniônica de alta resolução com detecção por pulso amperométrico (HPAEC/PAD). A extração foi feita utilizando-se água destilada como solvente, as amostras foram aquecidas em banho-maria durante 10 minutos, em seguida centrifugadas a 3.000 RPM e filtradas à vácuo em cartuchos para extração em fase sólida, tipo coluna, fase C18, por três vezes. A HPAEC/PAD foi conduzida em um cromatógrafo do tipo sistema Dionex ICS-5000 (Sunnyvale, EUA), constituídos por amostrador automático AS, bomba de gradiente e um detector eletroquímico. A coluna analítica utilizada foi Dionex Carbopac PA-1 (4mm x 250mm) com uma coluna guarda PA-1 (4 mm x 50 mm). Os eluentes foram água ultra pura e NaOH 300 mM. As porcentagens de ambos os eluentes foram calculadas para obter a concentração desejada: 150 mM durante 15 min. A taxa de fluxo foi 1 mL/min e a coluna foi mantida a 25 °C. A detecção por pulso amperométrico foi alcançada com um eletrodo de ouro e um eletrodo de referência Ag/AgCl, com uma taxa de coleta de dados de 1 Hz. O potencial foi definido para 0.10 V durante 0,41 s (integração entre 0,2 e 0,4 s), -2.0 V durante 10 ms, 0.6 V durante 10 ms e -0.10 V durante 70 ms. Os carboidratos foram

quantificados utilizando-se curvas de calibração de cinco pontos, sendo as faixas de 1 a 20 mg/L.

3.2.4 *Análises estatísticas*

Foram feitas análises exploratórias com auxílio do software *Statistica* (STATSOFT, Inc., 2005). A variação sazonal das características foi avaliada por meio de análises gráficas. Além disso, foram executadas duas análises de componentes principais (PCA), uma com dados de composição centesimal, açúcares, vitamina C e compostos fenólicos, e outra com os dados de composição dos minerais, através do software *Unscrambler X* (CAMO SOFTWARE, 2012). Para estas análises os pesos das variáveis foram padronizados de acordo com os seus respectivos desvios padrão.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Caracterização das Amostras de Seiva

Água, carboidratos e fibras são os elementos que predominam na seiva das três espécies de *Pinus*: *P. taeda*, *P. elliotti* e *P. patula*. Os valores obtidos nas análises de determinação da composição centesimal, dos açúcares glicose e frutose, vitamina C, compostos fenólicos totais e dos minerais podem ser observados na Tabela 3.1.

A PCA conduzida com os dados de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares mostrou que os dois primeiros componentes principais (PCQ-1 e PCQ-2) contabilizaram 98% da variação. O PCQ-1 teve relação positiva com as quantidades de glicose e frutose, em que amostras com altos valores dessas substâncias tiveram uma relação positiva com o eixo. O PCQ-2 também teve forte relação com as mesmas substâncias, porém, amostras com altos valores de frutose tiveram relação negativa com o eixo (Tabela 3.2; Figura 3.4).

A PCA conduzida com os dados de minerais mostrou que os dois primeiros componentes principais (PCM-1 e PCM-2) contabilizaram 97% da variação. O PCM-1 teve forte relação com a quantidade de ferro e manganês, em que espécies com altos valores destes minerais tiveram uma relação positiva com esse eixo. Já o PCM-2 também foi influenciado pelas quantidades destes minerais, porém amostras com altos teores de ferro apresentaram relação negativa com esse eixo (Tabela 3.3; Figura 3.5).

Tabela 3.1 Caracterização química de composição centesimal, açúcares, vitamina C, minerais e compostos fenólicos totais de amostras de seiva de três espécies de *Pinus* spp. com diferentes idades de plantio ao longo de um ciclo sazonal†

Amostra	Um (%)	Ci (%)	Pr (%)	Fi (%)	Li (%)	C (%)	Glu ¹	Fru ¹	Vit. C ²	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	Ca ⁴	K ⁴	Mg ⁴	P ⁴	CFTs ⁵	
Primavera																			
<i>P. elliotti</i> (X̄)																			
10 anos	89.59	4.03	3.38	29.74	5.11	57.74	263.26	297.81	1.94	14.98	61.59	170.82	0.004	1.79	14.63	0.98	4.81	1.87	
15 anos	88.65	3.36	2.72	18.10	1.87	73.95	235.08	174.89	1.94	21.48	88.00	83.75	0.025	1.16	11.90	1.09	1.74	2.17	
<i>P. patula</i> (X̄)																			
10 anos	91.06	3.78	3.89	20.33	5.25	66.76	175.52	229.60	1.76	5.36	44.26	77.94	0.002	1.92	15.10	1.78	4.21	1.69	
22 anos	88.68	3.21	2.16	22.62	3.39	68.62	175.26	223.26	1.58	9.90	32.41	103.74	0.003	1.64	10.12	1.10	2.38	3.27	
<i>P. taeda</i> (X̄)																			
05 anos	90.37	4.17	3.08	31.11	1.26	60.39	183.51	205.23	1.58	7.51	53.11	75.26	0.004	1.86	15.96	1.17	4.78	2.40	
10 anos	90.32	3.17	2.70	28.48	5.09	60.57	238.86	287.98	1.82	23.42	51.51	49.86	0.003	2.14	9.32	1.11	2.24	1.56	
15 anos	88.65	2.70	2.20	25.43	2.64	67.02	164.65	155.73	1.70	5.78	41.71	82.91	0.003	1.67	9.88	1.29	4.16	3.72	
22 anos	89.60	4.82	3.09	25.30	3.44	63.35	127.03	122.13	1.58	5.25	66.16	53.78	0.022	0.90	29.57	0.93	2.11	2.75	
Verão																			
<i>P. elliotti</i> (X̄)																			
10 anos	89.96	2.63	3.46	18.76	4.13	71.03	238.43	239.10	6.91	14.84	56.68	154.48	0.006	2.43	8.05	0.81	2.56	3.00	
15 anos	89.21	3.95	4.86	27.74	13.02	50.43	193.64	204.12	7.23	42.90	185.69	174.48	0.007	2.15	8.49	1.13	3.52	6.27	
<i>P. patula</i> (X̄)																			
10 anos	90.40	3.39	4.29	20.58	3.03	68.71	125.26	171.10	8.06	8.54	58.77	78.16	0.004	2.22	18.39	2.46	4.43	2.02	
22 anos	88.03	2.89	4.08	22.69	3.76	66.58	245.46	222.37	12.81	8.81	54.66	138.48	0.003	1.70	14.49	1.04	3.60	3.50	
<i>P. taeda</i> (X̄)																			
05 anos	92.01	2.69	4.61	25.59	4.29	62.81	298.29	316.85	5.90	12.78	106.45	160.00	0.005	2.95	27.17	2.09	5.19	1.81	
10 anos	88.82	2.74	3.13	14.07	2.52	77.54	208.73	241.01	7.79	23.92	119.94	96.94	0.006	2.12	26.20	2.25	2.31	2.01	
15 anos	87.90	2.09	4.22	15.79	5.09	72.82	310.19	291.34	8.38	8.50	81.68	105.37	0.004	3.44	11.19	1.69	5.22	5.07	
22 anos	85.83	2.91	3.56	26.14	3.73	63.67	122.00	94.27	12.99	24.90	73.69	45.93	0.004	2.00	12.78	1.15	2.68	10.21	
Outono																			
<i>P. elliotti</i> (X̄)																			

10 anos	77.05	2.20	3.05	50.80	4.78	39.18	94.69	111.49	14.05	10.35	53.39	92.94	0.004	1.61	12.07	1.24	4.58	1.61	
15 anos	78.48	2.24	3.88	48.07	6.97	38.85	96.48	112.44	15.12	6.37	46.69	68.54	0.005	1.40	15.97	1.09	3.26	1.82	
<i>P. patula</i> (\bar{X})																			
10 anos	87.67	3.83	4.19	29.05	4.96	57.97	112.50	137.31	16.37	10.88	31.22	90.76	0.004	2.32	12.22	1.67	3.77	2.75	
22 anos	84.44	2.66	3.05	39.60	8.18	46.51	109.46	116.02	22.69	18.54	244.78	146.98	0.005	2.38	10.22	1.09	4.18	4.39	
<i>P. taeda</i> (\bar{X})																			
05 anos	89.44	4.29	5.11	23.53	5.69	61.39	230.46	254.12	7.36	9.14	54.87	97.02	0.005	3.53	14.07	1.33	4.29	2.45	
10 anos	87.35	3.44	3.92	29.19	7.10	56.35	310.20	345.93	5.32	8.22	39.15	69.15	0.004	2.34	13.48	1.41	4.26	3.82	
15 anos	72.61	1.80	2.73	52.97	8.96	33.55	79.76	80.92	4.32	20.82	93.47	115.57	0.005	3.85	18.50	1.44	4.81	9.08	
22 anos	77.62	1.99	2.87	43.05	6.31	45.78	67.37	76.13	12.78	7.33	73.94	58.68	0.006	2.88	6.72	0.77	3.44	5.05	
Inverno																			
<i>P. ellicottii</i> (\bar{X})																			
10 anos	88.81	3.88	3.47	24.20	4.54	63.92	204.85	217.59	3.90	12.30	64.36	96.57	0.005	2.26	37.03	2.10	6.72	1.61	
15 anos	87.87	2.94	3.62	32.60	6.93	53.90	176.97	190.38	3.92	8.78	81.63	148.32	0.005	2.23	12.59	1.73	4.06	1.82	
<i>P. patula</i> (\bar{X})																			
10 anos	76.64	3.12	4.12	38.24	24.87	29.64	71.98	88.49	10.10	20.17	64.32	132.65	0.004	2.05	10.73	1.38	3.78	8.09	
22 anos	72.71	1.99	3.28	51.79	8.26	34.68	73.36	64.24	3.51	12.26	52.50	213.53	0.005	2.28	7.64	0.77	0.92	-	
<i>P. taeda</i> (\bar{X})																			
05 anos	89.77	4.23	4.78	27.66	4.50	58.82	219.07	239.35	3.80	40.76	60.67	66.26	0.004	2.62	16.57	1.19	4.21	1.21	
10 anos	90.80	4.19	4.10	24.87	4.88	61.96	251.46	282.88	5.73	20.18	52.65	62.52	0.005	2.15	22.30	1.31	1.61	1.26	
15 anos	88.97	3.21	4.07	35.10	7.46	50.16	241.03	251.94	6.43	9.07	122.38	84.49	0.004	2.47	4.17	0.94	3.05	2.81	
22 anos	86.26	4.48	3.73	30.10	6.47	55.22	153.53	171.09	5.36	13.78	43.10	39.56	0.004	2.16	17.10	1.02	4.54	5.45	

† Um= umidade; Ci= cinzas; Pr= proteínas; Fi= fibras; C= carboidratos; Glu= glicose; Fru= frutose; Vit. C= vitamina C; Cu= cobre; Fe= ferro; Mn= manganês; Zn= zinco; Ca= cálcio; K= potássio; Mg= magnésio; P= fósforo. Unidades de medida: ¹mg/ g; ²mg/ 100g; ³mg/ kg; ⁴g/ kg; ⁵µg/g. Valores expressos em relação à massa seca, exceto para umidade, vitamina C e CFTs.

Tabela 3.2 Análise de componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C (Vit. C), compostos fenólicos totais (CFTs) e açúcares em de três espécies de pinus de diferentes idades amostradas ao longo de um ciclo sazonal completo. *Loadings* acima de 0.6 estão ressaltados em **negrito**.

	Umidade	Cinzas	Proteínas	Fibras	Lipídios	Carboidra tos	Frutose	Glicose	Vitami na. C	CFTs	Variância explicada (%)
PCQ-1	0.039	0.002	0.002	-0.064	-0.013	0.072	0.728	0.677	-0.019	-0.010	96
PCQ-2	0.015	-0.008	-0.005	-0.156	-0.057	0.225	-0.673	0.684	0.010	0.034	3
PCQ-3	0.236	0.023	-0.010	-0.562	-0.166	0.714	0.112	-0.268	-0.058	-0.048	1

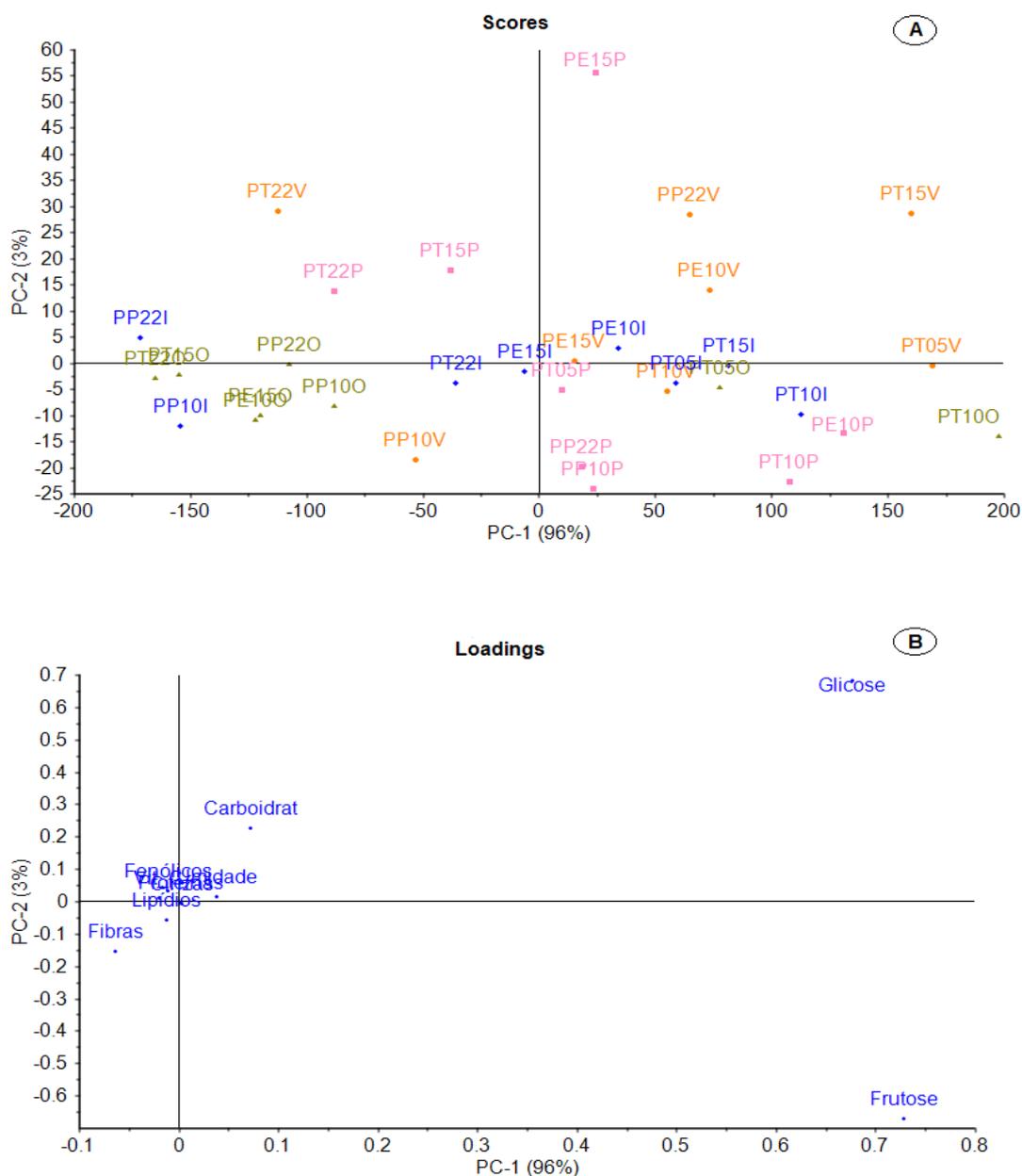


Figura 3.4 – Localização das amostras de três espécies de *Pinus* spp. nos dois primeiros componentes principais das características químicas de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos totais e açúcares (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Os códigos correspondem às iniciais do nome da espécie, idade e estação de coleta (p. ex. *Pinus taeda*, 05 anos, coletado no verão= PT05V). As cores indicam as diferentes estações.

Tabela 3.3 Análise de componentes principais das características químicas da composição de minerais em três espécies de pinus de diferentes idades amostradas ao longo de um ciclo sazonal completo. Loadings acima de 0.6 estão ressaltados em negrito.

	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	Cálcio	Potássio	Magnésio	Fósforo	Variância explicada (%)
PCM-1	0.064	0.732	0.678	0.000	0.003	-0.022	0.000	0.001	66
PCM-2	-0.073	-0.674	0.735	0.000	0.000	-0.020	-0.001	-0.001	31
PCM-3	0.994	-0.096	0.009	0.000	0.003	-0.039	-0.006	-0.033	2

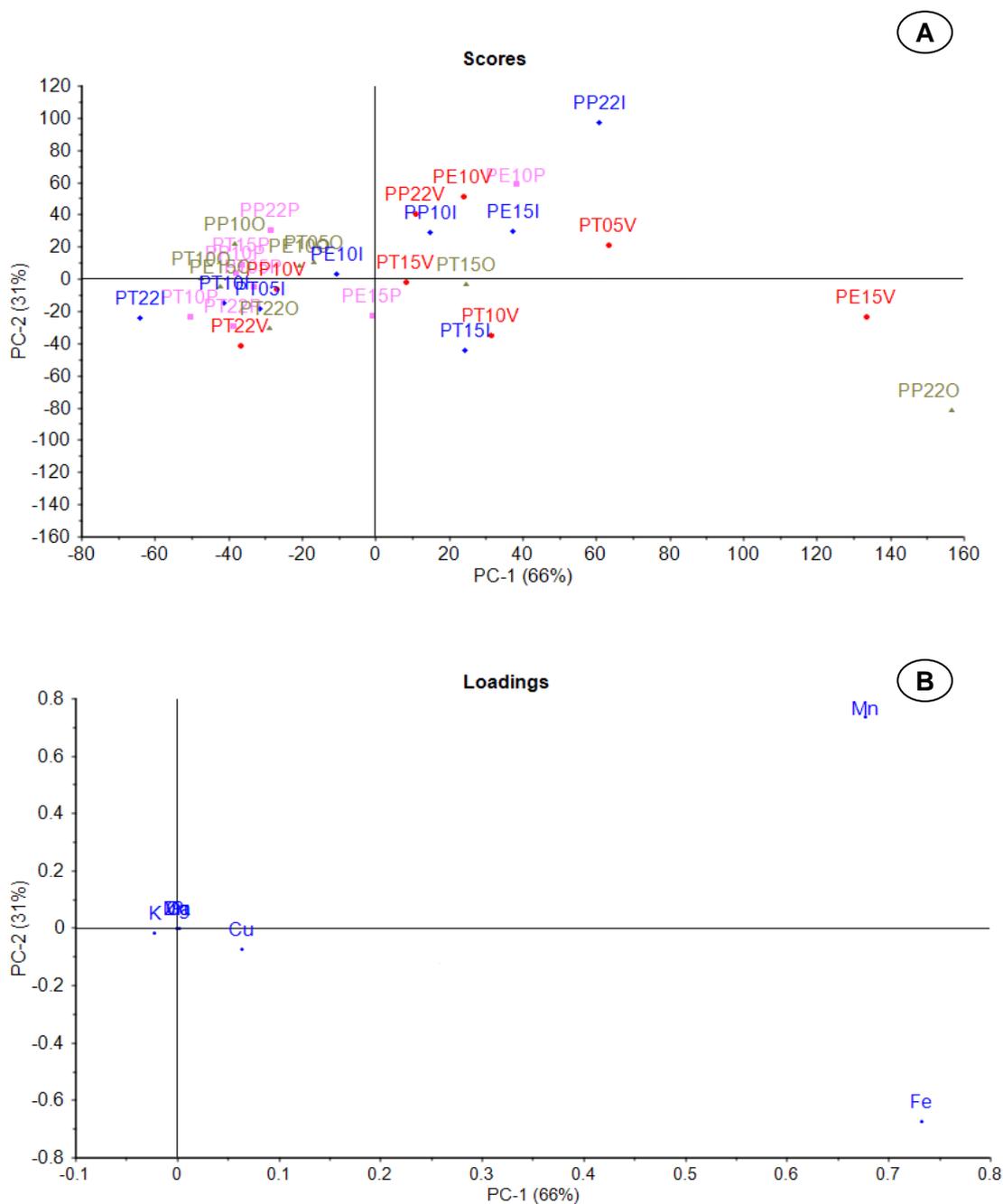


Figura 3.5 – Localização das amostras de três espécies de *Pinus* spp. nos dois primeiros componentes principais das características químicas de minerais (A) e localização dos *loadings* das variáveis nos dois primeiros componentes principais da PCA (B). Os códigos correspondem às iniciais do nome da espécie, idade e estação de coleta (p. ex. *Pinus taeda*, 05 anos, coletado no verão= PT05V). As cores indicam as diferentes estações.

Entre os elementos da composição centesimal, a quantidade de lipídios foi a que mais variou dentro de cada espécie. Já entre os minerais, o que mais variou foi o zinco em *P.elliotti* e *P. taeda* e o ferro em *P. patula*. As quantidades de compostos fenólicos totais, vitamina C, glicose e frutose também tiveram certa variação dentro de cada espécie, com coeficientes de variação chegando a 70, 78, 43 e 41%, respectivamente (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 Valores médios (\bar{X}), desvio padrão (d.p.) e coeficiente de variação (c.v) dos elementos químicos* analisados na seiva dentro de e entre cada espécie de *Pinus* spp. (os valores para cada espécie são as médias de todas as amostras de diferentes idades e diferentes estações)

	<i>Pinus elliotti</i>			<i>Pinus patula</i>			<i>Pinus taeda</i>			\bar{X}	d.p.	c.v
	\bar{X}	d.p.	c.v	\bar{X}	d.p.	c.v	\bar{X}	d.p.	c.v			
Umidade (%)	86.20	5.26	6	84.95	6.73	8	87.27	5.09	6	86.14	1.16	1
Cinzas (%)	3.15	0.76	24	3.11	0.60	19	3.31	0.96	29	3.19	0.10	3
Proteína (%)	3.55	0.64	18	3.63	0.74	20	3.62	0.84	23	3.60	0.04	1
Fibras (%)	31.25	12.31	39	30.61	11.48	38	28.65	9.33	33	30.17	1.36	4
Lipídios (%)	5.92	3.29	56	7.71	7.22	94	4.96	2.02	41	6.20	1.39	23
Carboidratos (%)	56.13	13.24	24	54.93	15.96	29	59.46	10.30	17	56.84	2.35	4
Frutose (mg/ g)	193.48	62.46	32	156.55	64.91	41	213.56	86.95	41	187.86	28.92	15
Glicose (mg/ g)	187.93	63.18	34	136.10	59.13	43	200.38	76.72	38	174.80	34.09	20
Vitamina C (mg/ 100g)	6.88	5.15	75	9.61	7.49	78	5.80	3.55	61	7.43	1.96	26
Cobre (mg/ kg)	16.50	11.62	70	11.81	5.09	43	15.09	9.77	65	14.46	2.41	17
Ferro (mg/ kg)	79.75	45.01	56	72.87	70.47	97	70.90	27.08	38	74.51	4.65	6
Manganês (mg/ kg)	123.74	42.55	34	122.78	45.60	37	78.96	30.96	39	108.49	25.58	24
Zinco (mg/ kg)	0.01	0.01	93	0.00	0.00	27	0.01	0.00	79	0.01	0.00	35
Cálcio (g/ kg)	1.88	0.46	24	2.06	0.29	14	2.44	0.75	31	2.13	0.29	14
Potássio (g/ kg)	15.09	9.27	61	12.36	3.44	28	15.94	7.36	46	14.46	1.87	13
Magnésio (g/kg)	1.27	0.43	34	1.41	0.54	38	1.32	0.40	31	1.33	0.07	5
Fósforo (g/ kg)	3.91	1.52	39	3.41	1.18	35	3.68	1.19	32	3.67	0.25	7
CFTs (μ g/ L)	2.52	1.58	63	3.67	2.15	58	3.79	2.66	70	3.33	0.70	21

CFTs= Compostos fenólicos totais. Valores expressos em relação à massa seca, exceto para umidade, vitamina C e CFTs.

3.3.2 Seiva x Frutos

Os resumos para os dados de nutrientes e antinutrientes encontrados para os frutos com alta frequência de consumo por *Sapajus nigritus* do mesmo local de estudo podem ser visualizados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 Valores médio, mínimo (mín) e máximo (máx) encontrados para características químicas de frutos com altas frequências de consumo na dieta de *Sapajus nigritus* em uma área de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista na região Sul do Brasil.

Variáveis	mín	média	máx	n
Umidade (%)	73.36	82.09	90.56	8
Cinzas (%)	3.15	5.45	8.89	8
Proteínas (%)	2.58	5.34	15.05	8
Fibras (%)	3.00	31.34	51.49	8
Lipídios (%)	1.00	2.45	9.24	8
Carboidratos (%)	29.98	55.42	86.75	8
Glicose (mg/ g)	59.08	194.60	381.40	8
Frutose (mg/ g)	83.16	192.99	310.85	8
Vitamina C (mg/ 100g)	0.17	9.83	66.25	9
Cobre (mg/ kg)	4.38	16.38	38.01	9
Ferro (mg/ kg)	33.03	98.29	165.72	9
Manganês (mg/ kg)	0.64	1.96	8.12	9
Zinco (mg/ kg)	0.001	0.006	0.021	9
Cálcio (g/ kg)	0.78	2.28	3.78	9
Potássio (g/ kg)	1.62	3.50	8.14	9
Magnésio (g/kg)	11.04	18.85	30.94	9
Fósforo (g/ kg)	0.00	80.79	328.72	9
CFTs (µg/ L)	1.45	8.11	31.23	7

CFTs= compostos fenólicos totais; Valores expressos em relação à massa seca, exceto para umidade, vitamina C e CFTs.

3.3.3 Variação Entre Espécies

A variação média de cada componente químico entre as três espécies de *Pinus* spp. foi menor do que a variação observada entre amostras da mesma espécie (Tabela 3.4).

No que diz respeito apenas aos compostos fenólicos totais, comparando-se as três espécies, apenas para indivíduos com 10 anos (única idade que se repetiu para as três), não se observou diferença significativa, porém, o valor médio observado em *P. patula* é praticamente o dobro do observado nas outras duas espécies (Figura 3.6).

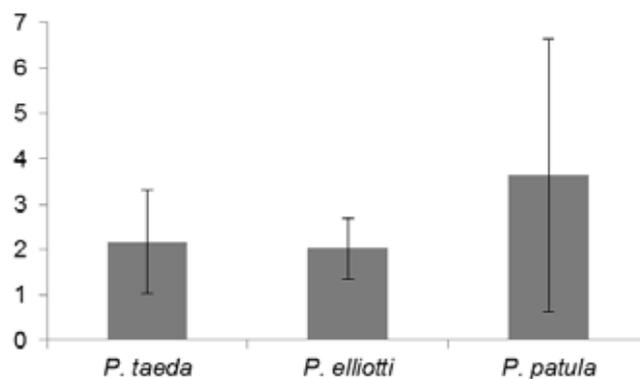


Figura 3.6 – Valor médio (\pm desvio padrão) do teor de compostos fenólicos totais ($\mu\text{g/L}$) presentes na seiva de três espécies de *Pinus* spp. de indivíduos de plantios com idade de 10 anos.

3.3.4 Variação Sazonal

A variação sazonal dos nutrientes e antinutrientes da seiva das três espécies de *Pinus* spp. pode ser observada na figura 3.7.

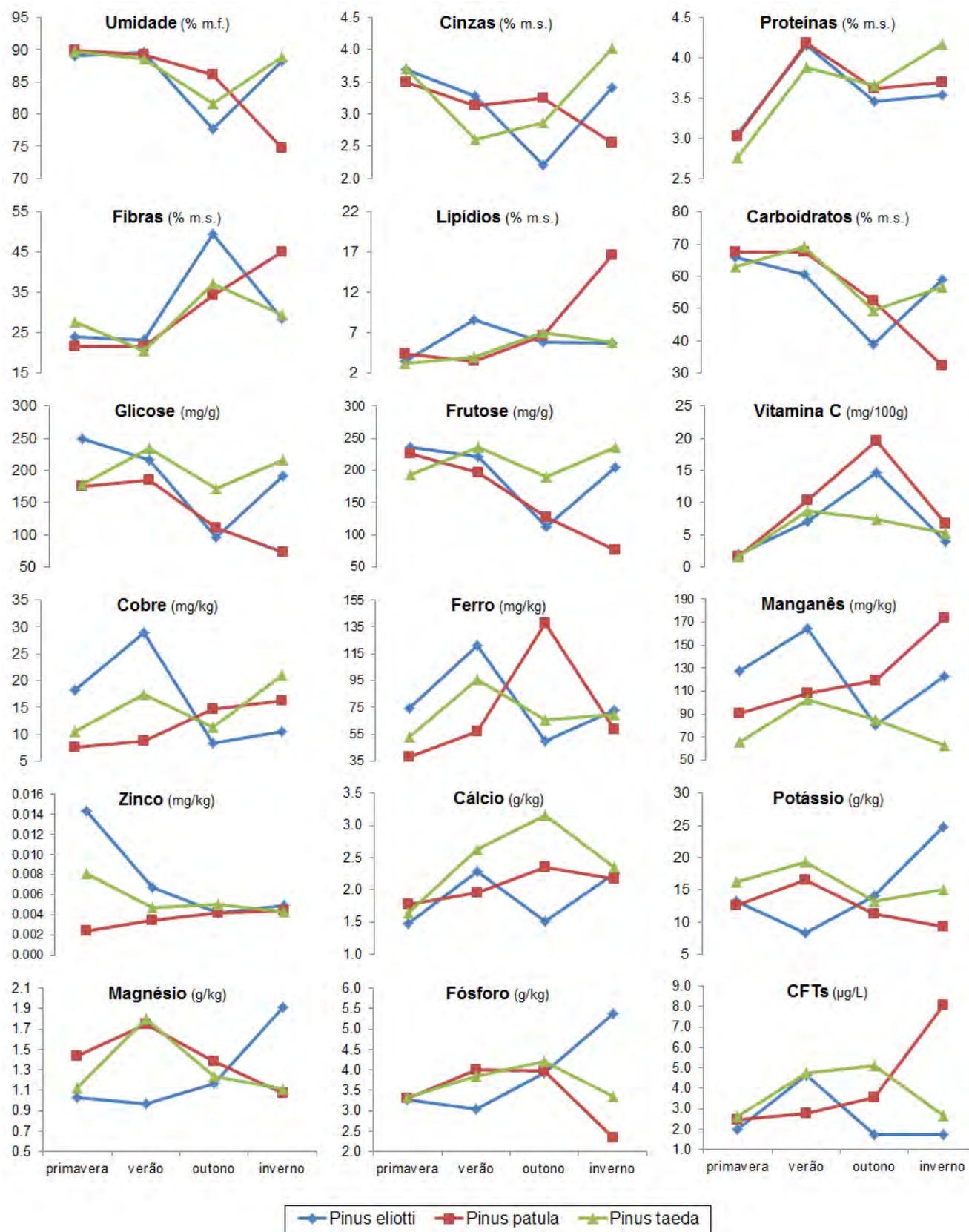


Figura 3.7 – Concentração dos teores de nutrientes e antinutrientes na seiva de três espécies de *Pinus* spp. em cada estação de um ciclo sazonal. Os pontos correspondem à média de todas as amostras de diferentes idades de cada espécie coletadas nas quatro estações.

Entre os elementos da composição centesimal, o que mais variou ao longo do ciclo foi o teor de carboidratos. No outono houve uma diminuição brusca nos teores de umidade, cinzas, proteínas e carboidratos. O teor de açúcares também diminuiu bastante no outono. Entretanto, a quantidade de vitamina C teve um aumento expressivo nesta estação. O teor de compostos fenólicos totais teve uma variação menor, exceto em *P. patula* que apresentou um aumento expressivo no inverno. A concentração dos minerais também variou. O teor de ferro foi um dos mais variáveis ao longo do ciclo sazonal.

3.3.5 Variação Durante o Desenvolvimento

A concentração de compostos fenólicos totais variou ao longo do desenvolvimento de *P. taeda*, plantas com 15 e 22 anos possuem teor médio desses compostos significativamente maior ($P < 0,05$) do que plantas mais jovens, de cinco anos. Nas demais espécies não foram observadas diferenças entre as idades amostradas (Figura 3.8).

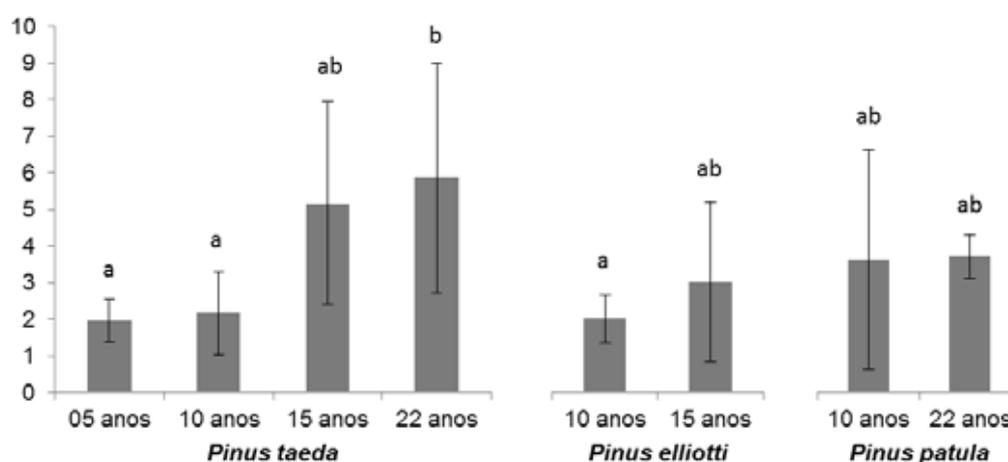


Figura 3.8 – Valor médio (\pm desvio padrão) do teor de compostos fenólicos totais ($\mu\text{g/L}$) presentes na seiva de três espécies de *Pinus* spp. nas diferentes idades amostradas.

3.4 DISCUSSÃO

A quantidade de compostos fenólicos totais foi significativamente superior em *Pinus patula* em relação às outras duas espécies no inverno. Esse resultado é bastante promissor, e requer mais investigações, já que esse pode ser o motivo pelo qual o macaco-prego evita o consumo dessa espécie de pinus em favor das outras. No local de estudo, o período de maior ocorrência de danos ao pinus é entre os meses de agosto a dezembro (inverno/primavera), que coincide com o período de pouca oferta de frutos e de pinhão nos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista na região (LIEBSCH; MIKICH, 2009).

A seiva se apresentou como fonte, principalmente, de água, carboidratos e vitamina C. Podendo servir também como fonte alternativa de minerais. Os componentes químicos da seiva apresentaram alta variação dentro de cada espécie. Os compostos fenólicos totais, por exemplo, apresentaram um coeficiente de variação médio de até 70%.

O teor médio de umidade encontrado foi maior do que para frutos silvestres, que normalmente fazem parte da dieta do macaco-prego. O valor médio encontrado para os carboidratos e para as fibras na seiva foi semelhante à média observada em frutos com alta frequência de consumo por *S. nigritus*. Já a concentração média de lipídios na seiva foi até três vezes maior do que em frutos silvestres com altas frequências de consumo. Enquanto o teor médio de proteínas observado na seiva foi inferior.

Alguns minerais tiveram concentração semelhante ao valor médio observado nos frutos, caso do cobre, zinco e cálcio. Já o ferro, magnésio e fósforo tiveram concentração média consideravelmente superior nos frutos, enquanto manganês e

potássio apresentaram teores médios na seiva muito acima da média encontrada para os frutos com alta frequência de consumo.

A variação dos componentes químicos da seiva entre os valores médios das espécies de *Pinus* spp. foi inferior à observada dentro de cada espécie. Os elementos com maior variação foram os lipídios, vitamina C, manganês, zinco e compostos fenólicos totais. Estes compostos estão associados à palatabilidade dos alimentos, podendo agir como deterrentes em alguns organismos (SAITO; LUCCHINI, 1998), por isso podem estar relacionados ao consumo diferencial das espécies analisadas. *P. patula* apresentou um teor bastante elevado destas substâncias no inverno, com média quase quatro vezes superior às das demais espécies na mesma estação.

Todas as variáveis químicas avaliadas apresentaram variação sazonal em suas concentrações. Porém, o modo pelo qual se deu essa variação não indica que ela tenha relação com o consumo diferencial da seiva por *S. nigritus*. Uma exceção seriam os açúcares simples (glicose e frutose). *Pinus taeda* e *P. elliotti* apresentaram valores consideravelmente altos de glicose e frutose nas estações em que houve maior consumo de seiva (inverno/primavera) enquanto o *P. patula*, evitado por *S. nigritus*, apresentou uma concentração média mais baixa desses açúcares. Estes nutrientes poderiam estar influenciando a preferência de consumo entre espécies de pinus nesse período, uma vez que há escassez de frutos e esse item serviria como uma fonte alternativa.

As árvores de *Pinus* spp. apresentam danos a partir dos 5 anos de idade e quase todos os talhões de *P. elliotti* e *P. patula* com mais de 20 anos possuem algum dano na área de estudo (MIKICH; LIEBSCH, dados não publicados). Foi avaliada a concentração dos componentes químicos em indivíduos de diferentes

idades de *P. taeda* e foram observadas algumas diferenças. O teor de compostos fenólicos totais, por exemplo, aumentou de acordo com o desenvolvimento das plantas, embora não tenha sido registrada a rejeição pelo macaco-prego de plantas mais velhas em favor das mais novas nessa espécie.

A seiva é um item de baixa preferência, porém, com alta importância sazonal para o macaco-prego, já que compreende a maior parte da sua dieta em determinados períodos do ano em que a oferta de outros itens é escassa, característica dos alimentos *fallback* descritos por Marshall e Wrangham (2007). O consumo da seiva de pinus, assim como a incorporação de outros alimentos cultivados pelo homem em sua dieta (LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2006), representa uma adaptação ecológica e comportamental de *S. nigritus* para suportar os efeitos da antropização e perda do habitat natural. Descobrir alternativas que ajudem a minimizar os danos causados por esse primata e, ao mesmo tempo, considerando a necessidade de conservação dessa espécie endêmica da Mata Atlântica é um desafio. A investigação aqui feita trouxe resultados inéditos sobre o estudo da seiva de pinus como alimento para o macaco-prego. A possível presença de deterrentes entre os compostos fenólicos que constituem a seiva de *P. patula* merece maior atenção, principalmente para uma descrição mais detalhada de tais substâncias. A determinação de compostos capazes de repelir os ataques de *S. nigritus* podem auxiliar programas de manejo desse primata em plantios agrícolas e florestais.

LITERATURA CITADA

ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2012 ano Base 2011**. Brasília, DF: 150p p. 2012.

ANDREIV, J. **Danos causados por roedores em povoamentos de *Pinus* e técnicas de redução de danos**. 2002. 74p (Mestre em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

BERNARDO, C. S. S.; GALETTI, M. Densidade e tamanho populacional de primatas em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 827-832, 2004.

BROWNE, F. G. **Pests and diseases of forest plantation trees**. London: Claredon, 1968. 1330p.

CAMO SOFTWARE. **Unscrambler X**, versão 10.2. Oslo 2012.

CORLETT, R. T. How to be a frugivore (in a changing world). **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, v. 37, n. 6, p. 674-681, Nov-Dec 2011. ISSN 1146-609X.

DINANT, S. Phloem, transport between organs and long-distance signalling. **Comptes Rendus Biologies**, v. 331, n. 5, p. 334-346, May 2008. ISSN 1631-0691.

HENZI, S. P. et al. Troop Size, Habitat Use, and Diet of Chacma Baboons (*Papio hamadryas ursinus*) in Commercial Pine Plantations: Implications for Management. **International Journal of Primatology**, v. 32, n. 4, p. 1020-1032, Aug 2011. ISSN 0164-0291.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: MURRAY, D. R. (Ed.). **Seed dispersal**. Sydney: Academic Press, 1986. cap. 4, p.123-183.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

_____. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 (1ª edição digital). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br>>. Acesso em: 24 Novembro 2011.

KOEHLER, A.; FIRKOWSKI, C. Descascamento de pinus por macaco-prego (*Cebus apella*). **Floresta**, v. 24, n. 1/2, p. 61-75, 1996.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

LASKA, M.; FREIST, P.; KRAUSE, S. Which senses play a role in nonhuman primate food selection? A comparison between squirrel monkeys and spider monkeys. **American Journal of Primatology**, v. 69, n. 3, p. 282-294, Mar 2007. ISSN 0275-2565.

LAWTON, J. H. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 23-39, 1983. ISSN 0066-4170.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. M.; GOLDENBEG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p. 1717-1725, Jun 2008. ISSN 0006-3207.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Acquisition behavior of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), cassava, by *Cebus nigritus* (Goldfuss) (Primates, Cebidae) as a feeding adaptation on scarcity periods. **Revista Brasileira De Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 888-890, Sep 2006. ISSN 0101-8175.

MAGANGA, S. L. S.; WRIGHT, R. G. Bark-stripping by blue monkeys in a Tanzanian forest plantation. **Tropical Pest Management**, v. 37, n. 2, p. 169-174, 1991.

MARAIS, A. J. et al. Population structure and habitat use of baboons (*Papio hamadryas ursinus*) in the Blyde Canyon Nature Reserve. **Koedoe**, v. 49, n. 2, p. 67-76, 2006. ISSN 0075-6458.

MARSHALL, A. J.; WRANGHAM, R. W. Evolutionary consequences of fallback foods. **International Journal of Primatology**, v. 28, n. 6, p. 1218-1235, Dec 2007. ISSN 0164-0291.

MCNAMARA, L. M. **Nutrient concentration of inner bark tissue in pine trees in Mpumalanga in relation to baboon damage**. 2005. 141p (Master of Science). Faculty of Science, University of the Witwatersrand, Johannesburg.

MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. **O Macaco-prego e os Plantios de *Pinus* spp.** Embrapa Florestas. Colombo, PR, p.1-5. 2009

MILTON, K.; JENNESS, R. Ascorbic-acid content of Neotropical plant-parts available to wild monkeys and bats. **Experientia**, v. 43, n. 3, p. 339-342, Mar 1987. ISSN 0014-4754.

PEDERSON, J. G.; WELCH, B. L. Comparison of ponderosa pines as feed and nonfeed trees for Abert squirrels. **Journal of Chemical Ecology**, v. 11, p. 149-157, 1985.

ROCHA, V. J. Macaco-Prego, como controlar essa nova praga florestal? **Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 95-99, 2000.

ROSSI, J. A. J.; SINGLETON, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

ROTHMAN, J. M. et al. Nutritional chemistry of foods eaten by gorillas in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. **American Journal of Primatology**, v. 68, n. 7, p. 675-691, Jul 2006. ISSN 0275-2565.

SAITO, M. L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 46.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds - nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 1094-1117, May 2000. ISSN 0022-5142.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA (data analysis software system)**, versão 7.1. Disponível em: <www.statsoft.com>. 2005.

VISALBERGHI, E. et al. Preferences towards novel foods in *Cebus apella*: the role of nutrients and social influences. **Physiology & Behavior**, v. 80, n. 2-3, p. 341-349, Nov 2003. ISSN 0031-9384.

VON DEM BUSSCHE, G. H.; VAN DER ZEE, D. Damage by Samango monkeys, *Cercopithecus (mitis) albogularis*, to pine trees in the Northern Transvaal. **South African Forestry Journal**, n. June, p. 43-48, 1985.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Utilizando uma abordagem proximal, os frutos apresentaram grande variação na sua composição química e diferentes categorias de consumo não apresentaram diferenças acentuadas que justifiquem as escolhas de *Sapajus nigrinus*.
- A disponibilidade é uma variável que teve sua importância destacada uma vez que influenciou intensamente as escolhas de alimento feitas por *S. nigrinus*. Algumas espécies que frutificam em períodos do ano em que há pouca oferta podem ter grande importância em projetos de recuperação de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal em locais em que há registros de danos a cultivos agrícolas e florestais.
- A seiva é um item alimentar de baixa preferência, porém, com alta importância para o macaco-prego, já que compreende a maior parte da sua dieta em determinados períodos do ano em que a oferta de outros itens é escassa.
- *Pinus taeda* apresentou valores consideravelmente altos de glicose e frutose no período de maior consumo da seiva, estes nutrientes poderiam estar influenciando o consumo nesse período, uma vez que há escassez de frutos e esse item serviria como uma importante fonte alternativa desses açúcares.
- Além disso, a concentração diferencial de compostos fenólicos totais em *Pinus patula* nos meses de escassez de frutos indica uma possível causa para a rejeição dessa espécie por parte de *S. nigrinus*. A determinação de substâncias capazes de repelir os ataques de *S. nigrinus* a plantios florestais

poderia auxiliar no desenvolvimento de ferramentas para minimizar os danos causados por essa espécie.

APÊNDICE I

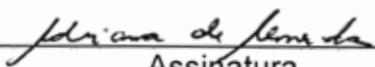
Quadro I - Nomenclatura oficial (Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2012) das espécies de plantas citadas nesta dissertação e respectivos códigos utilizados nas figuras e tabelas

FF	Família	Espécie	Código
FES	Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	ACACA
FES	Apocynaceae	<i>Peschiera australis</i> (Müll. Arg.) Miers	PAUST
FES	Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	EEDUL
FES	Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	CECAL
FES	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	TMICR
FES	Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	JSPIN
FES	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	MCHAR
FES	Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	TCATI
FES	Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	GUMAC
FES	Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	TPALL
FES	Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	FINSI
FES	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	MTINC
FES	Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	MNIGR
FES	Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	SBONP
FES	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	PGUAJ
FES	Panicoideae	<i>Zea mays</i> L. (grão seco)	ZMAYA (grãos)
FES	Panicoideae	<i>Zea mays</i> L. (milho verde)	ZMAYB (grãos)
FES	Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	PAMAL
FES	Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	PGAUD
FES	Piperaceae	<i>Piper hispidum</i> Sw.	PHISP
FES	Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	HDULC
FES	Rubiaceae	<i>Palicourea macrobotrys</i> (Ruiz & Pav.) Schult.	PMACR
FES	Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	PCART
FES	Rubiaceae	<i>Geophila macropoda</i> (Ruiz & Pav.) DC.	GEMAC
FES	Rubiaceae	<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltld.	PLEIO
FES	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	AEDUL
FES	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	CGONO
FES	Solanaceae	<i>Solanum caavurana</i> Vell.	SCAAV
FES	Solanaceae	<i>Solanum viarum</i> Dunal	SVIAR
FES	Verbenaceae	<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	CSOLA
FOM	Anacardiaceae	<i>Lithrea brasiliensis</i> Marchand	LBRAS
FOM	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	STERE
FOM	Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	IPARA
FOM	Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	AANGU (pólen)
FOM	Bromeliaceae	<i>Billbergia nutans</i> H. Wendl. ex Regel	BNUTA (base folha)
FOM	Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.M.Muell.) Stearn	RBACC
FOM	Canellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	CDINI
FOM	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	CIGUA
FOM	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	DSELL (bainha)
FOM	Laxmanniaceae	<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	CDRAC

FOM	Laxmanniaceae	<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché (base folha)	CDRAC2 (base folha)
FOM	Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	CXANT
FOM	Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> D.C.	EINVO
FOM	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	EUNIF
FOM	Myrtaceae	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	MGIGA
FOM	Myrtaceae	<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	ESPEC
FOM	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca thyrsoflora</i> Fenzl. ex J.A.Schmidt	PTHYR
FOM	Pinaceae	<i>Pinus patula</i> Schldl. & Cham.	PPATU (pólen)
FOM	Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	RSPHA
FOM	Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	PSELL
FOM	Rosaceae	<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schldl.	RSELL
FOM	Rubiaceae	<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	ACONC
FOM	Rubiaceae	<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	RPARQ
FOM	Sapindaceae	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	AGUAR
FOM	Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	MELAE
FOM	Solanaceae	<i>Solanum inodorum</i> Vell.	SINOD
FOM	Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	SMAUR
FOM	Solanaceae	<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	SDIFL
FOM	Solanaceae	<i>Solanum variabile</i> Mart.	SVARI
FOM	Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	SUNIF

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 13 / 03 / 2013


Assinatura