

TALITHA MAYUMI FRANCISCO

**CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DE EXSUDAÇÕES, ANATOMIA, MORFOMETRIA
E QUANTIFICAÇÃO DE ORIFÍCIOS ESCARIFICADOS EM *Anadenanthera
peregrina* var. *peregrina* POR GRUPOS DE HÍBRIDOS DE *Callithrix* spp.
(MAMMALIA, PRIMATES) EM FRAGMENTOS URBANOS DE MATA
ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F819c
2013

Francisco, Talitha Mayumi, 1983-

Constituição química de exsudações, anatomia, morfometria e quantificação de orifícios escarificados em *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* por grupos híbridos de *Callithrix* spp. (Mammalia, Primates) em fragmentos urbanos de Mata Atlântica / Talitha Mayumi Francisco. – Viçosa, MG, 2013.

xi, 110f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Vanner Boere Souza

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Ecologia animal. 2. Plantas - Composição. 3. Cascas - Anatomia. 4. *Callithrix*. 5. *Anadenanthera peregrina*.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. II. Título.

CDD 22. ed. 591.5

TALITHA MAYUMI FRANCISCO

**CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DE EXSUDAÇÕES, ANATOMIA, MORFOMETRIA
E QUANTIFICAÇÃO DE ORIFÍCIOS ESCARIFICADOS EM *Anadenanthera
peregrina* var. *peregrina* POR GRUPOS DE HÍBRIDOS DE *Callithrix* spp.
(MAMMALIA, PRIMATES) EM FRAGMENTOS URBANOS DE MATA
ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovado: 12 de março de 2013.

Dr. Carlos Ramon Ruiz-Miranda

Dra. Ita de Oliveira e Silva
(Co-orientadora)

Dr. Vanner Boere Souza
(Orientador)

*Dedico esse trabalho à minha família,
em especial, a minha querida Mãe
Edina, por ser o melhor e maior
exemplo de vida, pelo incentivo,
paciência e pelo amor
incondicional. Essa realização é
tão minha quando sua!*

AGRADECIMENTOS

*Aos que se tornaram familiares,
Aos que nasceram familiares
e aos que conheci antes de ontem.*

*Dedico tanto aos que me deixam louco,
Quanto aos que enlouqueço.*

*Aos que me criticam em tudo,
E a um outro que atura
Minha “chatura”*

*Aos amigos que correm,
Aos amigos que contemplam.*

*Aos que me consideram muito,
E aos que, com razão, fazem pouco.*

*Aos que conhecem o que penso,
E aos que só conhecem o que faço.*

*Aos que passam o dia comigo,
e aos que estão todo o tempo em mim.*

*Essa dissertação é a soma de todos vocês.
E se ela não é melhor,
É por falta de memória,
Mas não por falta de amigo.*

(Adaptado de Primack & Rodrigues, 2001)

Foram várias as pessoas que me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho...

Por isso agradeço profundamente,

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**Capés**) pelos recursos concebidos.

À **Universidade Federal de Viçosa**.

Ao **Departamento de Biologia Animal** da Universidade Federal de Viçosa.

Ao **Laboratório de Anatomia Vegetal e Morfogenêse, Laboratório de Biofísica e Laboratório de Propriedades Físicas da Madeira** da Universidade Federal de Viçosa.

Ao Professor **Vanner Boere** pela orientação, ensinamentos, paciência, compreensão e as ajudas indispensáveis durante as fases do estudo. Ainda, por ter acreditado em mim, no meu esforço e na realização desse trabalho.

À Professora **Ita de Oliveira e Silva** pela amizade, carinho, paciência e conselhos sempre ofertados. Por ser essa pessoa tão querida e disposta a ajudar. Obrigada por tudo!

Ao Professor **Edgar A. Toledo Picoli** por estar sempre disposto, pela viabilização das análises anatômicas, por todas as sugestões, sempre pertinentes, que ajudaram a clarear as discussões e pela orientação neste estudo.

Ao Professor **Juraci Alves de Oliveira** pelo carinho, paciência e orientação na condução deste estudo.

Ao Professor **Carlos Boechat** por ter me recebido de braços abertos no meu momento de desespero, por todos os ensinamentos, todo apoio recebido nas mais diversas circunstâncias e pela amizade construída.

À Professora **Márcia de Carvalho Vilela** pela oportunidade de ser sua monitora, por ser sempre paciente, prestativa e maleável comigo.

Ao **Joel** pela ajuda na facção do material. Mas, muito mais que isso, se interessou pelo trabalho no primeiro instante e pegou como seu, “viajou” comigo nas ideias, você foi uma peça-chave nesse trabalho me conduzindo a pessoas importantes e tenho certeza que sem você boa parte desse trabalho não havia sido concretizada. Meus eternos agradecimentos.

Ao **Merrinho** pela boa vontade sempre em ajudar, você deu um “gás” no trabalho. Obrigada!

À **Karina** por todo o auxílio e empenho empregado na realização do material anatômico e pela disposição em me ajudar sempre que foi necessário.

Ao **Sr. Carlos**, pelo auxílio nas análises químicas, por toda a paciência e ensinamento dentro do laboratório.

Ao **Machado** pelo auxílio nos transportes para as coletas em campo.

Ao taxonomista **José Martins Fernandes** do Herbário VIC pela a correta identificação da espécie estudada.

Ao **Fausto** pela ajuda na coleta dos exsudatos e por estar sempre disposto a ajudar, independente das circunstâncias.

Ao **Professor Carlos Ramon Ruiz Miranda**, por aceitar compor a banca examinadora e pelas contribuições para este trabalho.

À minha querida mãe, **Edina**, por todo amor incondicional recebido ao longo de minha vida. Por ser meu maior e melhor exemplo de vida, me mostrar que podemos chegar onde sonhamos, basta querer e lutar. Por ter acreditado sempre em mim, ter me apoiado em todas as decisões, tanto profissionais quanto pessoais.

Ao meu irmão **Rafael** pelo apoio, e minha irmã **Larissa** por não medir esforço em me ajudar, por toda a amizade, carinho, pela eterna companhia e força mesmo a distância.

Ao meu pai, **Moacir**, que da sua maneira me ajudou a chegar até aqui.

Ao meu padrasto, **Hideki**, e aos meus “irmãos emprestados”, **Marcelo**, **Rafinha** (*in memoriam*) e **Dodo**, pela força e apoio.

À minha tia madrinha, **Célia**, por todo o carinho que tem me fornecido e por sempre estar presente.

Todos os meus familiares, em especial meus tios **Susy** e **Shindi**, **Toninha** e **Valdir** e minhas primas, **Lucimara**, **Lucilene** e **Yumi** por cada um a sua maneira ter me dado forças para chegar até aqui.

À minha batchan “vó” **Luiza** por sempre estar me esperando...

Ao meu grande amor, **Dayvid**, pelo amor e carinho recebido todos os dias. Pelo inesgotável apoiou, estando ao meu lado em todos os momentos e me dando força para seguir em frente. Ainda, pela inestimável ajuda nas coletas de dados, subindo árvores, carregando escadas, tendo que me aguentar nos picos de stress em campo... (rsrsrs). Obrigada meu amor, por não medir esforço em me ajudar!!!

À família “**Rodrigues-Couto**”, por ser minha segunda família, me recebendo sempre de braços abertos. Ainda, pela presença e apoio ofertado... Muito obrigada!

À **Albinha**, quem me recebeu de braços aberto desde primeiro dia que cheguei a Viçosa, você já estava na rodoviária me esperando. Por estar sempre disposta a me escutar nos meus momentos de desesperos. E quanto desespero (rsrsrsrs). Ainda, por todo apoio, carinho, preocupação, conselhos...

Ao **Daniel** “man”, pela amizade, pelas boas conversas, discussões sobre nossos trabalhos e pela troca de conhecimentos nesses dois anos.

Todos os meus colegas de laboratório, em especial a **Camila**, **Lica**, **Fernandinha** e ao **Edil**, pelas conversar, desabafos e risadas.

À minha “família” em Viçosa, **Ana Paula**, **Cacazinha**, **Day**, **Nádia**, **Sarah** e **Tatazinha**. Em especial a **Cacazinha**, **Day** e **Nádia** que dispuseram seus ombros, ouvidos e palavras de consolo em momentos tristes, me deram

conselhos, quando eu não sabia que caminho seguir e de comemoração. Obrigada meninas pela boa convivência !!!

Aos **saguis** que me proporcionaram muitos momentos de alegria no campo, mesmo diante das situações adversas a que estamos sujeitos em trabalho em ambiente natural.

À **Deus** e seus **mensageiros**, por estar sempre presente em minha vida.

E, ainda, todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!!!

*"O que dá o verdadeiro sentido ao encontro é a busca,
e é preciso andar muito para se alcançar o que está perto."*

José Saramago

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTAS DE TABELAS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
APRESENTAÇÃO GERAL	xx
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Gomivoria em primatas, com ênfase na família Callithrichidae	3
2.2 Gomivoria e o gênero <i>Callithrix</i>	7
2.3 O gênero <i>Anadenanthera</i> Speg.	12
3. JUSTIFICATIVA	15
4. OBJETIVOS	16
4.1 GERAL.....	16
4.2 ESPECÍFICOS.....	16
5. HIPÓTESES E PREDIÇÕES	17
6. MÉTODOS	18
6.1 Áreas de estudo.....	18
6.1.1 Vila Gianetti	20
6.1.2 Reservada da Biologia.....	20
6.1.3 Mata da Silvicultura.....	21
6.2 Grupos de estudos.....	22
7. REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO II - CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA SECREÇÃO, ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DOS DUCTOS SECRETORES DA CASCA DE <i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>peregrina</i> (Fabaceae) ASSOCIADA AOS HÁBITOS ALIMENTARES DE SAGUIS HÍBRIDOS (<i>Callithrix</i> spp.)	35
RESUMO	37
ABSTRACT	37
1. INTRODUÇÃO	38

2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Áreas de estudo.....	39
2.2 Coleta e análise das amostras.	40
3. RESULTADOS	42
4. DISCUSSÃO	49
5. CONCLUSÃO	54
6. AGRADECIMENTOS	55
7. REFERÊNCIAS	55
CAPÍTULO III - ANÁLISE MORFOMÉTRICA E TOPOGRÁFICA DAS ESCARIFICAÇÕES FEITAS POR SAGUIS HÍBRIDOS EM ANGICO- VERMELHO	63
RESUMO	65
ABSTRACT	66
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAL E MÉTODOS	69
2.1 Áreas de estudo.....	69
2.2 Amostragem e coleta de dados	71
2.3 Análises dos dados.....	79
3. RESULTADOS	80
3.1 Topografia.....	80
3.2 Morfometria.....	86
4. DISCUSSÃO	91
5. CONCLUSÃO	99
6. AGRADECIMENTOS	100
7. REFERÊNCIAS	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS	108

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1 – Introdução geral

Figura 1. Esquema das diferenças anatômicas na dentição inferior (em destaque) entre o gênero *Callithrix* (especialista na aquisição de exsudato) e *Saguinus* (um gênero francamente oportunista na aquisição de goma). Note o alongamento dos incisivos e redução dos caninos na mandíbula de *Callithrix* em relação a *Saguinus*. Figura retirada de Rosenberger, 2010. 10

Figura 2. (I) ceco em *Callithrix jacchus* evidenciando a presença de sulco. (II) ceco em *Leontopithecus rosalia* mostrando uma superfície lisa e ausência de sulcos Figura retirada de Coimbra-Filho, 1980. 11

Figura 3-8. Indivíduos de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina*: (3), (4) sendo escarificada por saguis híbridos (*Callithrix* spp.); (5) exsudato liberado; (6), (7) e (8) orifícios escarificados. Em fragmentos urbanos, Viçosa, Minas Gerais. Foto: Talitha Mayumi Francisco. 14

Figura 9. Mapa de localização dos fragmentos florestais urbanos estudados, município de Viçosa, Minas Gerais. 18

Figura 10-11. Indivíduos híbridos de *Callithrix* spp.: (10) fenótipo híbrido (*C. jacchus* x *C. penicillata*); (11) fenótipo híbrido (*C. penicillata* x *C. geoffroyii*). Foto: Talitha Mayumi Francisco 23

Capítulo 2 - Constituição química da secreção, anatomia e histoquímica dos ductos secretores da casca de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* (Fabaceae) associada aos hábitos alimentares de saguis híbridos (*Callithrix* spp.)

Figura 1. Mapa de localização dos fragmentos florestais urbanos estudados, Campus da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 40

Figuras 2-4. Orifícios em árvores injuriadas (escarificada) de angico-vermelho. (2). Detalhe (seta) de orifícios realizados por saguis. (3) e (4). Detalhe dos orifícios com secreção. Barras nas Figuras 3 = 15 mm; 4 = 11 mm. 44

Figura 5-8. Cortes transversais (5, 6, 7) e longitudinais (8) de regiões não injuriadas da casca de angico-vermelho. (5) e (6). Detalhe dos ductos secretores (setas brancas) presentes na casca. (7). Detalhe de um ducto ramificado (seta branca) associado às fibras do floema secundário. (8). Detalhes dos ductos (setas brancas) associados às fibras do floema secundário. Abreviaturas – Pe = periderme; Fi = fibras; * = Câmbio vascular. Barras nas Figuras 5 = 100 µm; 6 = 400 µm; 7 = 200 µm; 8 = 50 µm. 45

Figura 9-12. Cortes transversais (9, 10, 12) e longitudinais (11) de regiões injuriadas da casca de angico-vermelho. (9). Aspecto geral da casca evidenciando ductos (setas brancas), ductos traumáticos (setas pretas) e a periderme escarificada pelos saguis (seta amarela). (10). Detalhe de ductos traumáticos (setas pretas) associados às fibras do floema secundário. (11). Detalhe do ducto traumático e das células epiteliais (*). (12). Detalhe do tecido de cicatrização abaixo da periderme com proliferação de células parenquimáticas com características meristemáticas (setas brancas). Abreviaturas – Pe = periderme; Fi = fibras; * = Câmbio vascular. Barras Figuras 9 = 550 μm ; 10, 11, 12 = 100 μm46

Figuras 13-16. Caracterização histoquímica da secreção presente na casca de angico-vermelho. (13), (14) e (15). Reação positiva para polissacarídeos totais evidenciados por ácido periódico/reagente de Schiff (PAS). (13). Detalhe da secreção nos ductos (setas brancas). (14). Detalhe da secreção nos ductos traumáticos (setas pretas). (15). Detalhe da secreção obstruindo o elemento de vaso (*) e da secreção produzida pelo parênquima axial do xilema secundário. (16). Proteínas totais (setas pretas) evidenciadas por xilidine Ponceau. Barras nas Figuras = 13, 15 e 16 = 100 μm ; 14 = 400 μm47

Capítulo 3 - Análise morfométrica e topográfica das escarificações feitas por saguis híbridos em angico-vermelho

Figura 1. Mapa de localização dos fragmentos florestais urbanos estudados, Campus da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.....71

Figura 2-5. Indivíduos de angico-vermelho. (2) sendo escarificado por saguis híbridos (3, 4, e 5) escarificações.....73

Figura 6-7. Desenho esquemático ilustrando a divisão em angico-vermelho. (6): Divisão em duas zonas ecológicas (F – Fuste; C – Copa); (7): Divisão da copa segmentada em três zonas (baseada em JOHANSSON, 1974) (1 - copa interna; 2 - copa medial; 3 - copa externa).....74

Figura 8. Desenho esquemático ilustrando a forma de amostragem da copa em angico-vermelho. (a) diâmetro da base; (b) diâmetro distal; (c) distância total amostrada.....75

Figura 9-10. Orifícios escarificados por saguis híbridos em indivíduos de angico-vermelho. Figura (9) orifício ativo; (10) orifício não-ativo. Seta branca indicando presença tecido de cicatrização.....76

Figura 11. Vista frontal de um orifício escarificados por sagui híbrido em angico-vermelho. Setas brancas mostram os dados morfométricos mensurados. (a) altura; (b) largura e (c) profundidade dos orifícios.....76

Figura 12-15. Orifícios escarificados por saguis híbridos em indivíduos de angico-vermelho. Figuras (12 e 13) orifícios ativos com exsudatos; (14 e 15) orifício ativo sem exsudatos.....77

Figura 16. Número de orifícios ativos e não-ativos escarificados pelos saguis híbridos em relação ao DAP em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. Classe de diâmetro com intervalo de dez centímetros e número de indivíduos de angico-vermelho presentes em cada classe: 10 (5f-15cm) (n=8); 20 (15f-25cm) (n=11); 30 (25f-35 cm) (n=5); 40 (35f-45cm) (n=11); 50 (45f-55cm) (n=3); 60 (55f-65 cm) (n=1).....82

Figura 17. Número de orifícios ativos e não-ativos escarificados pelos saguis híbridos em relação altura total em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. Classe de altura com intervalo de dez metros e número de indivíduos de angicos-vermelho presentes em cada classe: 5,5 (01f-10m) (n=6); 15 (10f-20m) (n=15); 25 (20f-30m) (n=15); 35 (30f-40) (n=3).....82

Figura 18. Número de orifícios escarificados pelos saguis híbridos no fuste e na copa em relação ao DAP em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. Classe de diâmetro com intervalo de dez centímetros e número de indivíduos angico-vermelho presentes em cada classe: 10 (5f-15cm) (n=8); 20 (15f-25cm) (n=11); 30 (25f-35 cm) (n=5); 40 (35f-45cm) (n=11); 50 (45f-55cm) (n=3); 60 (55f-65 cm) (n=1).....83

Figura 19. Frequência de orifícios ativos distribuídos por DAP em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. A linha média transversal à coordenada indica a média da frequência total dos orifícios. Classe de diâmetro com intervalo de dez centímetros e número de indivíduos de angico-vermelho presentes em cada classe: 10 (5f-15cm) (n=8); 20 (15f-25cm) (n=11); 30 (25f-35 cm) (n=5); 40 (35f-45cm) (n=11); 50 (45f-55cm) (n=3); 60 (55f-65 cm) (n=1).84

Figura 20. Porcentagem de orifícios presentes nos segmentos da copa em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais, no município de Viçosa, Minas Gerais. Letras diferentes sobrepostas às colunas indicam uma diferença significativa (Qui-quadrado; $p < 0,001$).....85

Figura 21. Média das áreas dos orifícios escarificados em angico-vermelho em relação às características híbridas (Jacpen e Geopen), no município de Viçosa, Minas Gerais. *indica uma diferença significativa (teste T; $p < 0,001$).....88

Figura 22. Média das áreas dos orifícios escarificados em relação as classe de diâmetro médios dos ramos da copa em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais, no município de Viçosa, Minas Gerais. Diâmetro fino ($< 7,32$ e $7,32 \text{ f } 10,50$) e grosso ($10,50 \text{ f } 14,32$ e $\geq 14,32$). *indica uma diferença significativa (teste T; $p < 0,001$).....90

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 – Introdução geral

Tabela 1. Composição e características híbridas dos cinco grupos de saguis híbridos (*Callithrix* spp.) estudados no município de Viçosa, Minas Gerais. Segundo o estudo conduzido por Fuzessy (2013), denomina-se Jacpen, os híbridos de espécies parentais de *C. jacchus* e *C. penicillata*; denomina-se Geopen os híbridos das espécies parentais *C. geoffroyi* e *C. penicillata*.22

Capítulo 2 - Constituição química da secreção, anatomia e histoquímica dos ductos secretores da casca de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* (Fabaceae) associada aos hábitos alimentares de saguis híbridos (*Callithrix* spp.)

Tabela 1. Composição química das secreções (matéria fresca) presente na casca de angico-vermelho, utilizadas como recurso alimentar por saguis híbridos no município de Viçosa, Minas Gerais.....48

Tabela 2. Concentrações de minerais selecionados nas secreções (matéria fresca e seca) presente na casca de angico-vermelho, utilizadas como recurso alimentar por saguis híbridos no município de Viçosa, Minas Gerais.....48

Capítulo 3 - Análise morfométrica e topográfica das escarificações feitas por saguis híbridos em angicos-vermelho

Tabela 1. Composição, características dos cinco grupos de saguis híbridos. Identificação de angico-vermelho escarificados e total desses para cada grupo de saguis híbridos estudados no município de Viçosa, Minas Gerais.....70

Tabela 2. Dados dendrométricos e número de orifícios escarificados por saguis híbridos em angico-vermelho, no município de Viçosa, Minas Gerais.....81

Tabela 3. Comparação das áreas dos orifícios escarificados por saguis híbridos presentes no fuste e na copa de angico-vermelho (teste T; $t = -6,277$, $p < 0,001$) ($n=915$).....86

Tabela 4. Comparação entre os cinco grupos de saguis híbridos e às áreas dos orifícios escarificados nos ramos da copa de angico-vermelho. Teste de Tukey, *post hoc* ($p < 0,001$) ($n=810$).....87

Tabela 5. Comparação entre às áreas dos orifícios escarificados e as classes de diâmetros dos ramos da copa e de angico-vermelho. Teste de Tukey, *post hoc* ($n=810$).....89

Tabela 6. Comparação entre às áreas dos orifícios escarificados e os três segmentos da copa em angico-vermelho. Teste de Tukey, *post hoc* ($p < 0,001$) ($n=810$).....90

RESUMO

FRANCISCO, Talitha Mayumi, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Constituição química de exsudações, anatomia, morfometria e quantificação de orifícios escarificados em *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* por grupos de híbridos de *Callithrix* spp. (Mammalia, Primates) em fragmentos urbanos de Mata Atlântica.** Orientador: Vanner Boere Souza. Co-orientadores: Edgard A. Toledo Picoli, Ita de Oliveira e Silva e Juraci Alves de Oliveira.

Espécies do gênero *Callithrix* possuem dieta variada, alimentando-se notadamente de exsudatos vegetais. A exploração desse recurso alimentar ocorre por meio de orifícios feitos na casca das árvores com a dentição especializada que alcança os ductos de goma dos tecidos vegetais responsáveis pela secreção. As espécies de gênero *Anadenanthera* são frequentemente utilizadas por *Callithrix* para obtenção de secreção como recurso alimentar. Este estudo teve como objetivo caracterizar a constituição química do exsudato, a anatomia, a histoquímica, a morfometria e a topografia dos orifícios escarificados de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* (angico-vermelho). O conjunto das análises serviram para buscar respostas sobre as pressões proximais ou distantes que possam estar influenciando a exsudatividade de saguis. O estudo foi realizado em árvores exploradas por cinco grupos de saguis híbridos *C. penicillata* x *C. jacchus* (Jacpen) e *C. penicillata* x *C. geoffroyi* (Geopen) presentes em fragmentos florestais urbanos no município de Viçosa, MG. As amostras da goma e de cascas de angico-vermelho, não injuriadas e injuriadas pelos saguis, foram submetidas às técnicas histológicas de anatomia vegetal para obtenção do laminário permanente e a testes histoquímicos e determinação da constituição da goma. Foi observada a formação de ductos traumáticos em resposta a injúrias em conjunto com ductos secretores que ocorrem naturalmente na casca. Nos testes histoquímicos, a secreção reagiu positivamente para polissacarídeos totais, pectinas, mucilagens e proteínas totais. A análise química determinou 41% de água, 11% carboidrato solúvel, 27,2 % carboidrato insolúvel, 19% de proteínas, além dos minerais essenciais, destacando-se uma elevada concentração de cálcio. Esta constituição da goma sugere que os saguis possam se beneficiar de ingestão de carboidratos com metabolização imediata e lenta além de uma dieta proteica. Nos 39 angicos-vermelhos, se contabilizou

8.765 orifícios, sendo 11% no fuste e 89% na copa. A copa externa, em relação à copa média e a copa interna, é a área preferencial de uso para a exploração de gomas, sugerindo a preferência por ramos mais finos. Observou-se uma correlação moderada a fraca entre a intensidade de exploração com o DAP e altura, respectivamente. A exploração de árvores de goma com DAP diferentes parece seguir um ciclo. Os orifícios ativos não apresentaram um padrão morfométrico por árvore, nem um padrão para os cinco grupos de saguis. Verificou-se que os orifícios feitos por grupos Geopen possuem áreas substancialmente maiores em relação aos orifícios feitos pelos grupos Jacpen, sugerindo um fator hereditário na exploração de gomas. A espessura dos ramos da copa foi a variável que explicou um padrão de exploração de exsudatos pelos saguis. O angico-vermelho é uma espécie fornecedora de recurso alimentar para saguis híbridos (*Callithrix* spp.) sugerindo preferência de exploração apical, onde a espessura, a localização e a idade dos ramos foram as principais características desta zona da árvore envolvida no processo de aquisição de gomas. Aprendizado e fatores hereditários dos saguis parecem ser também influentes para configurar o tamanho dos orifícios explorados.

ABSTRACT

FRANCISCO, Talitha Mayumi, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2013. **Constitution of chemistry exudations, anatomy, morphometric and quantification of holes scarified in *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* by groups of hybrids *Callithrix* spp. (Mammalia, Primates) fragments in urban forest of Atlantic Forest.** Adviser: Vanner Boere Souza. Co-Advisers: Edgard A. Toledo Picoli, Ita de Oliveira Silva and Juraci Alves de Oliveira.

Species of the genus *Callithrix* have varied diet, mainly feeding of exudates of plants. The exploitation of this food resource occurs through holes made in the bark of trees with specialized dentition of marmosets that reaches the gum ducts of plant tissues responsible for secretion. However, little is known about how to use this food resource. The species of genus *Anadenanthera* are often used by *Callithrix* to obtain secretion as a food resource. This study aimed to characterize the chemical composition of exudate, anatomy and histochemical of secretory ducts bark *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* (angico-vermelho), still characterizing morphology and quantification of scarified holes in search of answers about distant or proximal pressures that may be influencing the exudativoria of marmosets. The study was conducted by angico-vermelho used for obtaining gums for five groups of hybrid marmosets *C. penicillata* x *C. jacchus* (Jacpen) and *C. penicillata* x *C. geoffroyi* (Geopen) present in urban forest fragments in Viçosa, MG. Samples of gum and bark of angico-vermelho, not injured and injured by marmosets, were subjected to the usual techniques of plant anatomy for obtaining permanent slide and histochemical tests and determination of constitution of the gum. It was observed the formation of ducts in response to traumatic injuries together with secretory ducts naturally occurring in the bark. In histochemical tests, the secretion reacted positively to total polysaccharides, pectins, mucilages, and proteins. Chemical analysis determined 41% water, 11% soluble carbohydrates, 27.2% insoluble carbohydrates, 19% protein, in addition to minerals, especially a high concentration of calcium. This constitution gum suggests that marmosets can benefit from ingestion of carbohydrates with immediate and slow metabolism and a protein diet. In 39 invidious angico-vermelho counted 8.765 holes, with 11% in the trunk and 89% in the canopy. The external canopy is the preferred area of use for the exploitation of gums, suggesting marmosets prefers thinner

branches for acquisition of exudates. However, a moderate correlation was observed between the low intensity of exploitation with DBH and height. The exploitation of gum trees with DBH seems to follow a different cycle. The holes active did not show a standard morphometric per tree, and did not provide a standard for the five groups of marmosets studied. It was found that the holes made by Geopen groups have areas substantially greater than the holes made by Jacpen groups, these variations may be linked to a genetic origin among the hybrids studied. The thickness of branches of the canopy was the variable that explained a pattern of exploitation of exudates by marmosets. In this study, we can highlight the importance of *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* species as a supplier of food resource for hybrid marmosets (*Callithrix* spp.) suggesting apical preference exploitation, where the thickness, location and age of the branches were the main features of this area of the tree involved in the acquisition of this resource. It was shown also that the gum *A. peregrina* is an important food resource for marmosets' diet in this study. Learning and hereditary factors of marmosets appear to be very influential to set the size of holes explored.

APRESENTAÇÃO GERAL

Essa seção tem como objetivo mostrar de que forma essa dissertação está organizada a fim de facilitar a compreensão do trabalho.

Apresenta-se dividida em três capítulos. O primeiro, conta de uma introdução, revisão bibliográfica, justificativa, objetivo geral e específicos, hipóteses operacionais, métodos com descrição das áreas de estudo, grupos de estudo e referências bibliográficas.

O segundo e o terceiro são apresentados no formato de manuscrito. Tais estudos foram organizados de forma independente, com suas respectivas seções de introdução, métodos, resultados, discussão, conclusão e referências bibliográficas.

Por fim, será apresentada as considerações finais desse trabalho.



CAPÍTULO I

Introdução Geral

1. INTRODUÇÃO

Os mamíferos, dentre eles os primatas, exibem uma ampla variação de adaptações morfológicas, fisiológicas, ecológicas e comportamentais para aquisição e utilização de diversos tipos de alimentos (OATES, 1987). Possuem poucas espécies especialistas em contraste a uma grande maioria oportunista, adaptaram-se bem a uma dieta generalista. O conjunto dos principais itens alimentares consumidos pelos primatas, pode leva-los a serem classificados como frugívoros, folívoros, gomívoros, insetívoros ou predadores de sementes (SWINDLER, 1998). O tamanho do corpo, a morfologia dos dentes e a anatomia funcional do aparelho digestivo são elementos chave na predição da dieta dos primatas (GARBER, 1987). Cada espécie possui um tipo de forrageamento que melhor se adapta ao nicho onde foi selecionado, mas a constante e rápida modificação que vem ocorrendo nos habitats originais tem desafiado algumas dessas adaptações ao extremo para satisfazer os seus requerimentos nutricionais e metabólicos (CLUTTON-BROCK; HARVEY, 1977; LAMBERT, 2007).

A escolha e a proporção desses diferentes itens alimentares consumidos estão relacionadas a dois fatores fundamentais: valor nutricional e a disponibilidade na distribuição espacial - temporal dos alimentos (NASH, 1986; LASKA, 2001). De maneira geral, os primatas possuem uma forte preferência por itens alimentares com alto retorno energético, maior palatabilidade e, ainda, aqueles que possuem conteúdos nutricionais essenciais (LASKA, 2001; FRAGASZY et al., 1997). Fatores ecológicos como a fragmentação do habitat (COSTA et al., 2005), a introdução de espécies acidentalmente ou intencionalmente (COSTA et al., 2005; BICCA-MARQUES et al., 2006) e atividades da economia humana tem desafiado a capacidade de adaptação dos primatas, fazendo com que seja ampliada a lista de itens alimentares consumidos.

A disponibilidade de recursos alimentares representa uma das principais pressões seletivas, determinando adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais (POWER; OFTEDAL, 1996; LAMBERT, 1998). A aquisição de energia é o desafio principal para todos os animais (PRIDE, 2005). Assim, primatas não utilizam alimentos aleatoriamente, em geral eles desenvolvem

uma preferência (MILTON, 1981; LAMBERT, 1998), sugerindo que a capacidade individual para explorar, localizar e processar os alimentos determina seu balanço energético e forma a base de parâmetros populacionais, reprodutivos e ecológicos (LEE et al., 1991). A capacidade cognitiva dos primatas não-humanos parece favorecer a busca de itens alimentares, supondo-se inclusive que há uma relação direta entre a dieta e evolução cognitiva (MILTON, 1981).

Com exceção dos humanos, poucos primatas são capazes de investir em modificações no ambiente para obterem alimentos previsivelmente. Os chimpanzés (*Pan troglodites*) e os macacos pregos (do gênero *Cebus* ou *Sapajus*) são capazes de fabricar instrumentos para a obtenção de alimentos, mas somente os primatas do gênero *Callithrix* e *Cebuella* são capazes de obter alimentos provocando lesões em árvores (STEVENSON; RYLANDS, 1988). A exploração de exsudatos vegetais por saguis forma um dos fenômenos mais importantes na ecologia desse grupo de primatas, mas paradoxalmente um dos menos explorados pela biologia animal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gomivoria em primatas, com ênfase na família Callithrichidae

Os exsudatos vegetais, substâncias emitidas naturalmente ou de forma provocada por árvores, compõem a dieta de várias espécies de primatas (CHARLES-DOMINIQUE, 1977; SUSSMAN; KINZEY, 1984; NASH, 1986; GARBER, 1992). Esse tipo de recurso alimentar é explorado de forma oportunista ou especialista, por pelo menos 69 espécies de primatas, que estão distribuídos em 12 famílias e representam 20% das espécies de primatas em todo o mundo (SMITH, 2010). São adquiridos de aproximadamente 250 espécies de plantas, distribuídas em 170 gêneros e 63 famílias. As famílias Fabaceae e Anacardiaceae são mais frequentemente exploradas (SMITH, 2010).

Exsudatos de plantas representam um recurso alimentar importante para todos os gêneros da família Callithrichidae: *Cebuella*, *Callithrix*, *Mico*, *Saguinus*, *Leontopithecus*, *Callimico* e *Callibella* (STEVENSON; RYLANDS, 1988;

RYLANDS; FARIA, 1993; DIGBY et al., 2007; RABOY et al., 2008; POWER, 2010). Destacadamente, os gêneros *Cebuella* e *Callithrix* baseiam a maior parte da sua dieta em exsudatos vegetais (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977; SUSSMAN; KINZEY, 1984; NASH, 1986). Portanto, os gêneros *Callithrix* e *Cebuella* são especialistas na obtenção de exsudatos, enquanto que os demais gêneros não são especializados e obtém esse recurso oportunamente (NASH, 1986; STEVENSON; RYLANDS, 1988; HARRISON; TARDIF, 1994). Sendo assim, o critério para essa classificação baseia-se na presença de determinadas características funcionais na aquisição de exsudatos e na predominância desse recurso na dieta desses gêneros.

Os micos (*Saguinus*), micos-leões (*Leontopithecus*), *Callimico* e *Callibella* são considerados como consumidores oportunistas de exsudatos, ou seja, são desprovidos de especializações anatômicas da dentição inferior que são necessários para realização de orifícios em casca das árvores. Por outro lado, os saguis (*Callithrix*), *Cebuella* e *Mico* são considerados como consumidores obrigatórios (especialistas) de exsudato, pois se alimentam de exsudatos, geralmente em todas as estações do ano e diariamente (NASH; BURROWS, 2010). A exsudativoria obrigatória desses gêneros é suportada por suas capacidades de realizar orifícios em troncos e ramos de árvores estimulando o fluxo de exsudatos, graças às modificações anatômicas nos músculos, ossos do crânio e da face (VINYARD et al., 2001; 2003; TAYLOR et al., 2009), assim como na dentição inferior. São providos, ainda, de adaptações morfológicas no ceco e no colón, associadas a uma digestão fermentativa eficiente (POWER; OFTEDAL, 1996). A vantagem da exsudativoria para os saguis deve-se a um recurso estável, renovável e disponível o ano todo (FERRARI; LOPES, 1989; RYLANDS; FARIA, 1993).

Os exsudatos podem compor até 70% na dieta de algumas espécies de saguis (*Callithrix penicillata*) (MIRANDA; FARIA, 2001). Em contraste, entre os calitriquídeos gomívoros oportunistas, como espécies do gênero *Saguinus* e *Leontopithecus*, os exsudatos são consumidos principalmente durante a estação seca, compondo de 5 a 15% do total do tempo de alimentação (GARBER, 1993a; PORTER et al., 2009).

Entre os primatas do Novo Mundo, os membros a família Callithrichidae são os que mais consomem exsudatos. Todas as espécies da família possuem

garras especializadas que permitem aos animais agarrar-se em troncos verticais e explorar exsudatos de plantas. Esse recurso alimentar apresenta uma série de desafios para exploração, obtenção e digestão para os primatas, de forma que espécies mais exsudatívoras desenvolveram especializações comportamentais, anatômicas e fisiológicas. Por exemplo, as espécies são caracterizadas pela presença de garras ao invés de unhas (com exceção do hálux) para permitir que os indivíduos fiquem agarrados verticalmente enquanto exploram exsudatos (CHARLES-DOMINIQUE, 1977; GARBER, 1980).

A utilização de exsudato como recurso alimentar demonstra grandes implicações na organização social e ecologia de primatas (STEVENSON; RYLANDS, 1988; FERRARI; LOPES FERRARI, 1989; HARRISON; TARDIF, 1994). Alguns pesquisadores do comportamento animal apontam diferenças psicológicas entre as espécies, tais como a evolução de paciência (STEVENS et al., 2005), além de conferir uma vantagem competitiva devido ao baixo custo e previsibilidade na sua obtenção (NASH, 1986).

Exsudatos podem ser produzidos a partir de lesões em troncos e ramos de árvores, em raízes de certas espécies de palmeiras, e dentro do fruto de leguminosas, principalmente de árvores do gênero *Parkia* (GARBER, 1993b; PERES, 2000; PORTER et al., 2009). A exsudação é um mecanismo natural de defesa por várias espécies de plantas, incluindo resposta a um dano patológico causado por animal (invertebrado ou vertebrado), por um estado doente da planta ou por fatores ambientais (GLICKSMAN, 1969; ADRIAN; ASSOUMANI, 1983). Uma vez sofrendo algum tipo de lesão e/ou dano, a planta secreta uma solução aquosa, como forma de impedir infecções e/ou a desidratação. Ao entrar em contato com o ar e a luz solar, depois de algum tempo, a solução enrijece, formando uma massa sólida, dura e de aspecto vítreo. Sua coloração, que geralmente é âmbar, tem variações que depende da espécie produtora (VERBEKEN et al., 2003).

Exsudatos são considerados fontes potencialmente significativas de carboidratos complexos, proteínas e certos minerais, sobretudo cálcio (BEARDER; MARTIN, 1980; GARBER, 1984; USHIDA et al., 2006; POWER, 2010). São tipicamente compostos por polissacarídeos complexos, apresentando baixa digestibilidade para a maioria dos vertebrados, sendo necessária a fermentação por micro-organismos entéricos para obtenção de

sua energia após a ingestão (POWER; OFTEDAL, 1996). Tal como acontece com outros recursos alimentares, a escolha do exsudato está relacionada ao conteúdo bioquímico, que inclui compostos benéficos como antibióticos e desintoxicantes presentes em algumas gomas (JOHNS et al., 2000), compostos tóxicos e/ou secundários como os fenóis, tal como tanino, (WRANGHAM; WATERMAN, 1981), minerais, dentre outros. Todavia, o elevado teor de cálcio que os exsudatos possuem em relação aos frutos tem sido utilizado como o principal fator de explicação para justificar a dieta exsudatívoras de primatas do Novo e do Velho Mundo (GARBER, 1984). Outra explicação estaria na obtenção de energia fornecida pela quebra dos polissacarídeos no aparelho digestivo especializado de algumas espécies de primatas (NASH, 1986; POWER; OFTEDAL, 1996).

Os diferentes tipos de exsudatos existentes podem ser classificados de acordo com sua composição química: seiva, goma, látex e resina (NASH, 1986). De modo geral, a seiva é solúvel em água, contém minerais e produtos da fotossíntese e polissacarídeos de fácil digestão. As resinas são insolúveis em água, e é formada por compostos fenólicos ou terpenos, não tendo registro do uso desse tipo de exsudato por primatas. As gomas são compostos solúveis em água, possuindo polissacarídeos complexos de difícil digestão (NASH, 1986). Apesar de poucos estudos relacionados com a digestibilidade da goma, elas são muitas vezes consideradas como não digeríveis para a maioria dos vertebrados (MONKE, 1941; HOVE; HERNDON, 1957). O látex é semelhante à goma, porém, é menos solúvel em água, e possui baixo teor de proteínas e açúcares, sendo por isso raramente consumido por primatas (NASH, 1986).

Sendo disponível o ano todo, os exsudatos compõem um importante recurso de energia e minerais para os primatas do gênero *Callithrix* (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1976; PASSAMANI, 1996; MARTINS; SETZ, 2000). De maneira geral, o consumo de exsudato é maior na estação seca, quando ocorre a escassez de frutos e outros alimentos, devido à sazonalidade desses recursos alimentares. Por outro lado, o forrageio por frutos ocorre com maior frequência na estação chuvosa, devido à maior disponibilidade desse recurso (CASTRO, 2003). Essa alternância sazonal é possível porque ambos, exsudato e frutos, são recursos energéticos indispensáveis ao alto custo metabólico desses pequenos primatas; porém, o

exsudato apesar de previsível e mais perene do que as frutas demanda gasto maior de energia para sua extração (RYLANDS; FARIA, 1993).

2.2 Gomivoria e o gênero *Callithrix*

Os primeiros estudos descrevendo a gomivoria para o gênero *Callithrix* foram realizados por Coimbra-Filho (1971; 1972). Em seguida, esse tipo de comportamento foi registrado para *Callithrix jacchus* (COIMBRA-FILHO et al., 1973; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977; MAIER et al., 1982; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et al., 1989; FERRARI; DIGBY, 1996), para *C. penicillata* (RIZINI; COIMBRA-FILHO, 1981; FONSECA; LACHER, 1984; LACHER et al., 1984; MIRANDA; FARIA, 2001), *C. flaviceps* (FERRARI, 1988; FERRARI; RYLANDS, 1994; FERRARI et al., 1996; CORREA et al., 2000), *C. geoffroyi* (RYLANDS; COSTA, 1988; PASSAMANI; PASSAMANI, 1994; PASSAMANI, 1998), *C. kuhli* (FERRARI; RYLANDS, 1994; RABOY et al., 2008), *C. aurita* (FERRARI et al., 1996; CORREA et al., 2000; MARTINS; SETZ, 2000).

Há duas predições relacionadas à escarificação em árvores por saguis: a primeira relaciona a utilização como local de marcação de cheiro (STEVENSON; RYLANDS, 1988; LAZARO-PEREA et al., 1999), para determinar hierarquia dentro dos grupos, independe do fato de produzirem goma ou não; a segunda, em relação à utilização como fonte de recurso alimentar. Enquanto a realização de orifícios relacionados à comunicação por cheiros tenha sido relativamente bem explorada (STEVENSON; RYLANDS, 1988; LAZARO-PEREA et al., 1999; CANALE et al., 2008), pesquisas que contemplem a exploração de gomas, como fonte alimentar, considerando a interação planta-animal, ainda são incomuns.

Se os animais selecionam árvores exsudativas primariamente como recurso alimentar socialmente partilhado, espera-se que a escolha seja de acordo com uma decisão baseada em aspectos sociais, demográficos, hereditários ou aprendida. A decisão depende também da árvore, como a espécie arbórea escolhida, dos indivíduos escolhidos para exploração, de aspectos morfológicos, conteúdo químico, facilidade de exploração, conteúdo tóxico e nutricional das exsudações. Considerando que a exploração de

exsudatos não parece randômica, a decisão dos indivíduos em explorar pode ser determinada, em diferentes proporções, por alguns desses itens supramencionados; certo é que a exploração prolongada continuada, cotidiana, intensiva desse recurso alimentar traz vantagens aos indivíduos (NASH, 1986; SCANLON et al., 1991). As respostas a esses aspectos podem contemplar as quatro questões fundamentais da etologia segundo Nikolas Tinbergen (1963).

Baseado na distribuição das espécies, assim como nas especializações na dentição para a gomivoria, Rylands e Faria (1993) sugerem que *Callithrix* possa ser dividido em três grupos em níveis decrescentes de gomivoria, resultando em consumos diferenciados de gomas: *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*, mais exudatívoros; *C. kuhlli* e *C. geoffroyi*, exudatívoros intermediários; e *C. aurita* e *C. flaviceps*, pouco gomívoro. *C. jacchus* e *C. penicillata*, são espécies que habitam ambientes mais sazonais e possuem especializações mais expressivas para a escarificação de árvores (NATORI; SIGUEHARA, 1992), assim, caracteristicamente consomem mais exsudatos vegetais (STEVENSON; RYLANDS, 1988).

As espécies mais gomívoras, *C. jacchus* e *C. penicillata*, exploram menores áreas de vida em relação às mais frugívoras (RYLANDS; FARIA, 1993), devido à disponibilidade e distribuição de árvores gomíferas serem menos dispersas e menos sazonais na disponibilidade de exsudatos (SCANLON et al., 1989), em relação às árvores frutíferas que são esparsas e sazonais na disponibilidade de frutos.

O reduzido tamanho corporal dos saguis (STEVENSON; RYLANDS, 1988; RYLANDS; FARIA, 1993; RABOY et al., 2008), permite que explorem uma ampla variedade de alimentos, como frutas, cogumelos, invertebrados, pequenos vertebrados, além dos exsudatos de plantas (RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981; STEVENSON; RYLANDS, 1988; RYLANDS; FARIA, 1993; SMITH, 2000; POWER, 2010). Nessa dieta, os invertebrados compõem a maior fonte de proteínas, disponibilizando também quantidade significativa de fósforo e, em menor quantidade, de cálcio (NASH, 1986), além de exigir menor tempo para digestão quando comparado com a exsudatos (STRIER, 2003). Por outro lado, os exsudatos, além de importante fonte de água e energia, variando de acordo com a espécie vegetal explorada, constituem a principal fonte alimentar para *C. penicillata* e *C. jacchus*, fornecendo polissacarídeos e vários minerais,

principalmente cálcio, magnésio e potássio (NASH, 1986; GARBER, 1984; STEVENSON; RYLANDS, 1988).

A presença de cálcio nos exsudatos contribui para manter o equilíbrio no metabolismo cálcio (Ca) / fósforo (P) dos *Callithrix*, acarretada pela alta ingestão de animais, principalmente invertebrados (GARBER; TEAFORD, 1986). Em meio às quatro modalidades de exsudatos de plantas (seiva, goma, látex, e resina), a goma é a mais frequentemente utilizada por primatas devida a sua constituição química rica em cálcio (NASH, 1986).

Os saguis do gênero *Callithrix*, possuem uma dentição altamente especializada, em maior ou menor grau (NATORI; SHIGEHARA, 1992) de acordo com a espécie. Os incisivos inferiores são singularmente largos e os caninos são incisiformes (Figura 1) (HERSHKOVITZ, 1977), além de um espesso esmalte na face labial, proporcionando uma maior resistência contra o desgaste. A arquitetura da mandíbula modificada (TAYLOR; VINYARD, 2004; ENG et al., 2009; TAYLOR et al., 2009), os ossos do aparato mastigatórios modificados (VINYARD et al., 2003; VINYARD; RYAN, 2006) e a arquitetura do músculo da mandíbula são, em conjunto, adaptações que possibilitam a realização de orifícios e que por sua vez, induzem ativamente o fluxo de exsudatos na planta (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1976; COIMBRA-FILHO et al., 1980; MELO, 1985; FERRARI; MARTINS, 1992).

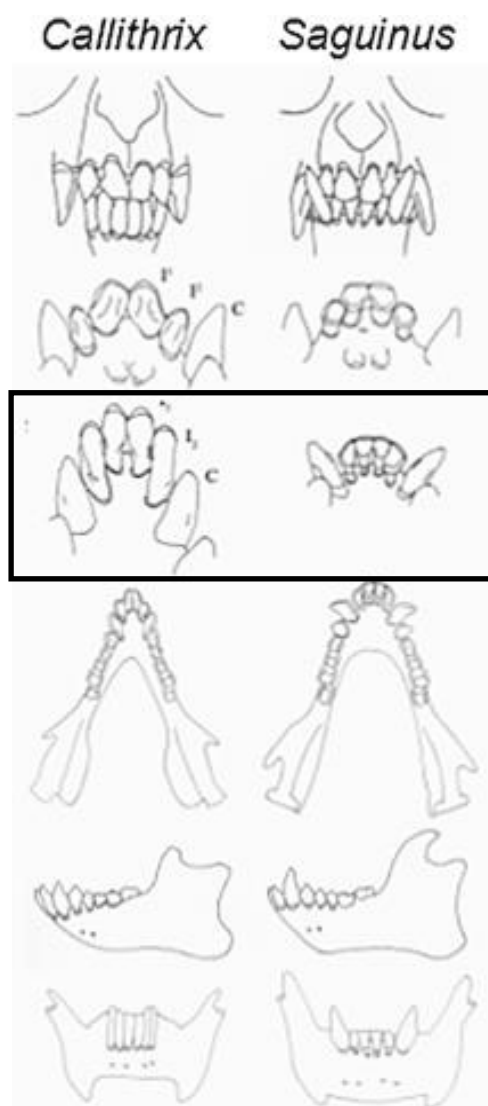


Figura 1. Esquema das diferenças anatômicas na dentição inferior (em destaque) entre o gênero *Callithrix* (especialista na aquisição de exsudato) e *Saguinus* (um gênero francamente oportunista na aquisição de goma). Note o alongamento dos incisivos e redução dos caninos na mandíbula de *Callithrix* em relação à *Saguinus*. (Figura retirada de Rosenberger, 2010).

Ainda, há especializações morfofisiológicas do sistema digestório que consiste em uma especialização do ceco e cólon (Figura 2), caracterizada pela presença de pregas e por um alargamento dessas regiões, que mantém uma flora intestinal capazes de realizar atividades fermentativas sobre os exsudatos para extrair energia (COIMBRA-FILHO et al., 1980; FERRARI; MARTINS, 1992; FERRARI, 1993; CANTON et al., 1996; POWER; OFTEDAL; 1996). As adaptações no trato gastrointestinal também aumentam o tempo de contato do exsudato com a microbiota presente, beneficiando o processo de fermentação, elevando a obtenção de energia de itens alimentares o que, de outra forma,

não seria naturalmente aproveitado (CANTON et al, 1996; POWER; OFTEDAL, 1996).

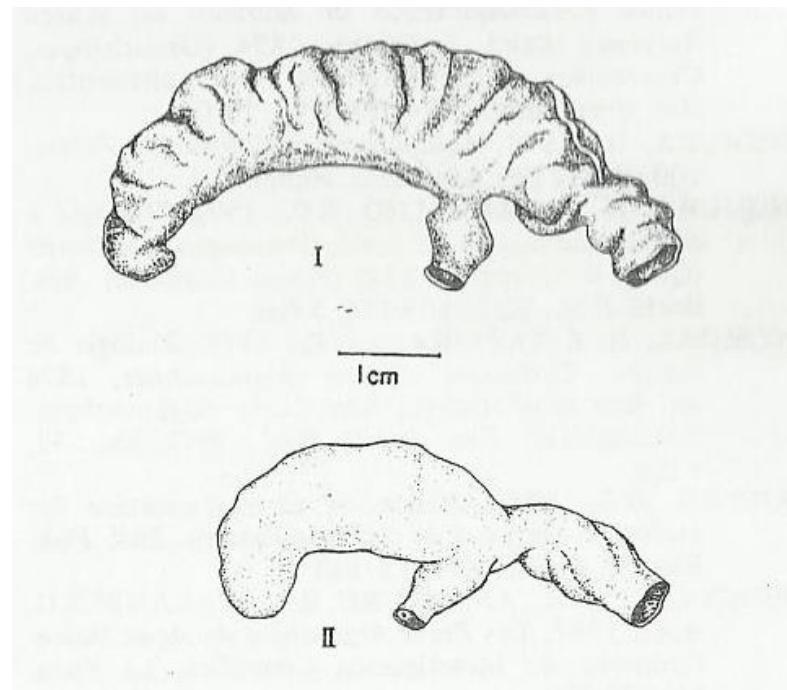


Figura 2. (I) ceco em *Callithrix jacchus* evidenciando a presença de sulco. (II) ceco em *Leontopithecus rosalia* mostrando uma superfície lisa e ausência de sulcos (Figura retirada de Coimbra-Filho, 1980).

A gomivoria pode representar até 70% da dieta em algumas espécies de *Callithrix* (LACHER et al., 1984; RYLANDS; FARIA, 1993; PASSAMANI; RYLANDS, 2000; MIRANDA; FARIA, 2001), e consumir 30% do tempo ativo nesse gênero (HARRISON, 1994; POWER; OFTEDAL, 1996). A habilidade para explorar goma sazonalmente e de restrição de outros recursos alimentares, favoreceu o desenvolvimento de características encontradas apenas nesse grupo de primatas, tais como: dois partos gemelares por ano, grupos maiores, mais estabilidade social e a ocupação de áreas menores de floresta (RYLANDS, 1996).

O comportamento de escarificar dos *Callithrix* tem como característica a fixação dos incisivos superiores na casca da árvore ou na beira de um orifício já existente e raspagem com os incisivos inferiores, utilizando os quadris e os ombros em um efeito de alavanca (CANALE et al., 2008). Dessa forma, alcança os ductos de goma presentes na casca, provocando reações na árvore que resulta em exsudações (RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981; ALONSO;

LANGGUTH, 1989; CANALE et al., 2008). Mesmo em cativeiro, tanto animais selvagens ou nascidos cativos, ocorre o comportamento de raspar, sem que haja qualquer recompensa alimentar, sugere que tal comportamento possui um forte fator hereditário (HARRISON; TARDIF, 1994).

2.3 O gênero *Anadenanthera* Speg.

O gênero *Anadenanthera* Speg. pertence à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae. A família Fabaceae representa a terceira maior família de angiospermas (VARELA et al., 2004), apresentando aproximadamente 727 gêneros e 19.325 espécies (LEWIS et al., 2005), considerada assim, como uma das famílias mais representativas nas formações florestais neotropicais (GENTRY, 1982). Está dividida em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (POLHILL; RAVEN, 1981).

A subfamília Mimosoideae possui cerca de 2500 espécies organizadas em aproximadamente 40 gêneros, dentre os mais representativos estão *Acacia*, *Albizia*, *Calliandra*, *Inga*, *Leucaena*, *Mimosa*, *Parkia* e *Pithecellobium* (JUDD et al., 1999).

Segundo Altschul (1964), o gênero apresenta duas espécies distintas: *Anadenanthera colubrina* e *Anadenanthera peregrina*, cada qual com duas variedades: *Anadenanthera peregrina* é representada por *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* e *A. peregrina* var. *falcata* e *A. colubrina* inclui as variedades *A. colubrina* var. *colubrina* e *A. colubrina* var. *cebil*. Estão distribuídas desde as Antilhas, Norte da América do Sul, Peru, Bolívia, Argentina, Brasil e Paraguai (LEWIS et al., 2005).

A espécie *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. var. *peregrina*, conhecida popularmente como angico, angico-vermelho, ocorre nos domínios fitogeográficos dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, distribuindo-se pelas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (LORENZI, 2008; MORIM, 2012).

O angico-vermelho pode apresentar altura de mais de 30 m em áreas com condições pedológicas e climáticas favoráveis. É uma espécie de hábito decíduo, heliófila, característica dos estágios iniciais e médio de sucessão, podendo também ser encontrada no interior de florestas primária densa, tanto em solos argilosos e férteis, como em afloramentos basálticos (LORENZI,

1998). Nos estudos realizados no município de Viçosa (PAULA et al., 2002; MEIRA-NETO; MARTINS, 2002; 2003; PAULA et al., 2004; MEIRA-NETO et al., 2005) foi demonstrado a importância de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* para a estrutura da floresta, onde a espécie ganha destaque nas maiores classes diamétricas, estando dentre as espécies mais abundantes, podendo ser classificada na fisionomia estudada, como primária (PAULA et al., 2004).

A espécie se adapta muito bem a diversos ambientes e com isso, algumas características morfológicas podem não ser encontradas ou possuir algum grau de variação. Thomas (1994) afirma que o sucesso ecológico e evolutivo das leguminosas tem sido atribuído à suas flexíveis respostas adaptativas, em ambos os traços estruturais e fisiológicos.

O angico apresenta potencialidades para diversos usos, incluindo a produção de tanino (TORTORELLI, 1956; CARNEIRO et al., 2009; CARNEIRO et al., 2012), corante (CARVALHO, 1994), produtos florestais madeireiros (MORI et al., 2003) exsudatívoros (RIZZINI; COIMBRA, 1981; CORRÊA et al., 2000), uso medicinal (SANGALLI et al., 2002; PEREIRA et al., 2012), terapias contra febre, úlceras, antiasmática, antidiarreica, anti-hemorragica e inflamações (HOEHNE, 1939; BAHIA, 1979). Existem ainda, relatos que destacam as propriedades psicoativas (LORENZI; MATOS, 2002; RODD, 2002; MARTINEZ et al., 2009) e tóxicas (TORKARNIA et al., 1999; BRITO et al., 2000), sendo utilizada na preparação de várias drogas cicatrizantes empregadas pela população em toda a América do Sul (RIZZINI, 1971), além do uso para arborização das pastagens (SOUTO et al., 2004) e para recuperação de áreas degradadas por mineração (ARAÚJO et al., 2006).

Quando lesionado, o angico libera uma substância com a consistência de goma, na qual a coloração pode variar de âmbar a avermelhada, assemelhando-se à goma-arábica (CRUZ, 1964). Assim, os indivíduos desta espécie têm sido utilizados como recurso alimentar para os primatas devido à formação de goma/exsudatos, especialmente para *Callithrix* (Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8) (COIMBRA-FILHO et al., 1973; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et al., 1989).

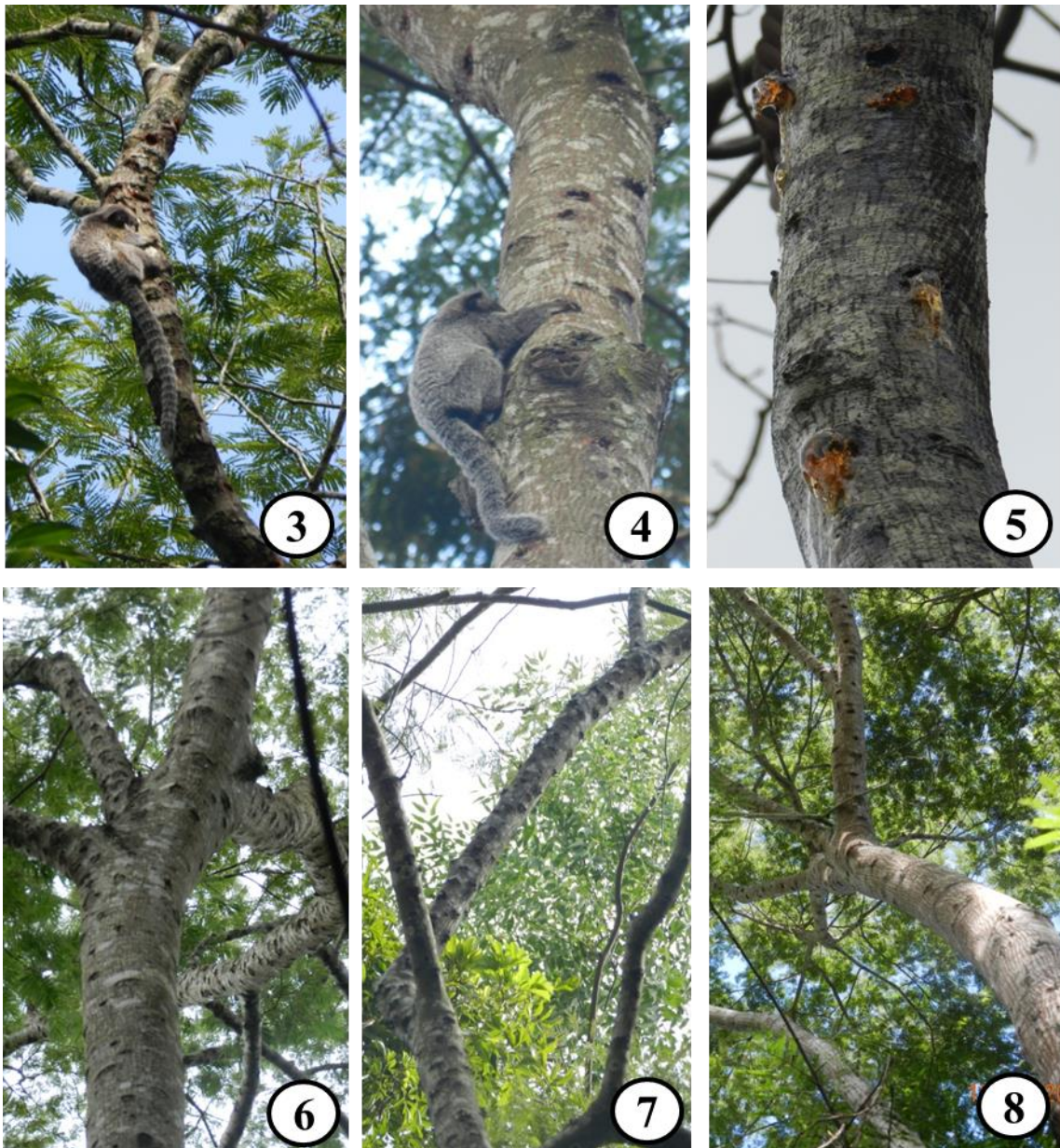


Figura 3-8. Indivíduos de *A. peregrina* var. *peregrina*: (3), (4) sendo escarificada por saguis híbridos (*Callithrix* spp.); (5) exsudato liberado; (6), (7) e (8) orifícios escarificados em fragmentos urbanos, Viçosa, Minas Gerais. Foto: Talitha Mayumi Francisco.

Nos ecossistemas florestais, as principais famílias botânicas exploradas por *Callithrix* para obtenção de exsudatos são Anacardiaceae, Vochysiaceae e Fabacea (leguminosa) (RYLANDS; FARIA, 1993; SMITH, 2010). Na família Fabaceae, as espécies que compõem o gênero *Anadenanthera* são comumente observadas como gomíferas, tendo destaque as espécies *Anadenanthera peregrina* (COIMBRA-FILHO et al., 1981; RIZZINI; COIMBRA, 1981; CORREA et al., 2000) e *Anadenanthera colubrina* (= *A. macrocarpa*) (COIMBRA-FILHO et al., 1973; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et

al., 1989). Contudo, a interação entre animais do gênero *Callithrix* e a árvore do gênero *Anadenanthera*, ainda carece de estudos mais específicos para elucidar os processos ecológicos, principalmente aqueles envolvidos na quantificação e forma de exploração do exsudato por estes animais.

3. JUSTIFICATIVA

O gênero *Callithrix* possui uma dieta variada, alimentando-se especialmente de exsudatos vegetais (STEVENSON; RYLANDS, 1988), por orifícios pré-formados ou provocados pelos animais, com vários formatos e volumes (COIMBRA-FILHO, 1972; THOMPSON et al., 2013). Porém, pouco se sabe quais são as características dos orifícios feitos pelos saguis nas cascas das árvores exploradas. Apesar das características morfométricas dos orifícios para obtenção de goma poder fornecer importantes informações do comportamento seletivo, forrageador e mecânico dos saguis, não existem estudos sistemáticos e amplos a respeito.

Muitos estudos convergem sobre a importância da gomivoria para primatas do gênero *Callithrix*. A exsudativoria é um comportamento também realizado por saguis híbridos dos gêneros parentais *Callithrix* (MELO, 1985). Os primatas possuem uma habilidade cognitiva seletiva, que pode considerar aspectos fenológicos, capacidade individuais no uso preferencial de determinadas espécies vegetais, bem como de determinadas árvores (STEVENSON; RYLANDS, 1988). Sendo assim, o exsudato não parece ser um recurso explorado randomicamente por *Callithrix* por ser um dos maiores componentes de sua dieta, com a peculiaridade de ser um recurso renovável e previsível (LACHER, 1984; RYLANDS; FARIA, 1993). Contudo, estudos relacionando os padrões morfométricos dos orifícios escarificados em espécies arbóreas gomíferas não tem sido explorado.

Ademais, há raras abordagens sistemáticas sobre a preferência para aquisição de gomas por saguis. Como a árvore forma um sítio de uso diário por saguis, o estudo da interação animal-planta nessas circunstâncias pode evidenciar respostas proximais e distais do comportamento alimentar de saguis. Uma das questões intrigantes é se esses orifícios mantêm um padrão morfométrico característico para a mesma espécie vegetal gomífera e se a

constituição química do exsudato reflete a preferência dos animais pelas árvores gomíferas escarificadas. Tais informações são importantes para um entendimento mais amplo das relações e dos fatores comportamentais e ecológicos entre as espécies arbóreas utilizadas para escarificação e os primatas pertencentes ao gênero *Callithrix*.

4. OBJETIVOS

4.1 GERAL

Quantificar e caracterizar a morfometria dos orifícios escarificados por saguis híbridos em angico-vermelho.

4.2 ESPECÍFICOS

- 1) Localizar e descrever anatomicamente a(s) estrutura(s) secretora(s) de exsudato em angico-vermelho (Cap. II)
- 2) Caracterizar e quantificar a natureza química das exsudações em angico-vermelho, principalmente se o conteúdo de cálcio é relevante (Cap. II).
- 3) Caracterizar a morfometria dos orifícios feitos pelos saguis híbridos em angico-vermelho (Cap. III);
- 4) Quantificar o número de orifícios escarificados por saguis híbridos em angico-vermelho (Cap. III);
- 5) Averiguar se existe uma zona preferencial na aquisição de exsudatos em angico-vermelho (Cap. III);
- 6) Verificar se o número de orifícios realizados para aquisição do exsudato tem relação com os dados dendrométricos em angico-vermelho (DAP e altura) (Cap. III).

5. HIPÓTESES E PREDIÇÕES

H1: Os orifícios escarificados por saguis híbridos não seguem um padrão.

P1: Os orifícios escarificados pelos saguis híbridos não seguem um padrão porque fatores inerentes aos saguis tais como “tradição” do grupo ou origem genética, influenciam decisivamente em padrões diferentes.

P2: Os orifícios escarificados por saguis híbridos não seguem um padrão porque fatores inerentes às árvores tais como estrutura individual, altura, DAP, local onde se encontra a árvore e espessura da casca, influenciam decisivamente em padrões diferentes.

H2: Há maior preferência por angico que possuem medidas maiores de DAP e altura.

P1: Árvores maiores (altura, DAP), possuem maior área disponível para escarificação, disponibilizando maior quantidade de goma.

H3: Os animais possuem uma preferência pela copa na aquisição de exsudatos.

P1: O fuste e os ramos que compõe a copa, devido à idade, possuem diferentes espessuras dos tecidos. A copa apresenta casca menos espessa e assim, mais favorável a escarificação, uma vez que o gasto energético para escarificação neste estrato seja menor do que nos ramos com a casca mais espessa, como o fuste.

H4: As constituições dos tecidos da casca podem contribuir para a decisão de escarificar e explorar gomas pelos saguis híbridos devido à menor resistência oferecida pelos tecidos e ou pela maior ou menor proporção de tecidos relacionados à produção e de secreção.

P1: O conhecimento da estrutura da casca de angico pode contribuir para a compreensão de como e porque os animais realizam as escaras visando sua alimentação.

H5: As secreções produzidas e liberadas por angico-vermelho apresentam altos teores de conteúdo de cálcio.

P1: Os animais possuem maior preferência por exsudatos do angico-vermelho, pela alta quantidade de cálcio presente. Devido à dieta insetívora e principalmente para fêmeas reprodutoras que podem possuir uma deficiência desse mineral.

6. MÉTODOS

6.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em fragmentos florestais urbanos (Figura 9) no município de Viçosa (20°45'S e 42°51'W), sobre domínio do bioma Mata Atlântica, cujo relevo varia de ondulado a montanhoso, com vales estreitos e úmidos (CORRÊA, 1983), no sudeste do Estado de Minas Gerais, entrecortado por rios e córregos tributários do rio Doce (VALVERDE, 1958; MARISCAL-FLORES, 1993). O centro da cidade de Viçosa tem altitude de 650 m, mas são encontradas altitudes maiores que 800 m nos topos dos muitos morros do município (COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 1930; GOLFARI, 1975; CORRÊA, 1983).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb (subtropical moderado úmido), mesotérmico úmido, com verões chuvosos e invernos secos (VIANELLO; ALVES, 1991), apresentando déficit hídrico no período de maio a setembro (estação fria e seca) e excedente de precipitação entre dezembro e março (estação quente e chuvosa). A média pluviométrica, nos anos de 1991 a 1999, foi de 1248,7 mm ano⁻¹, a temperatura média de 20°C e a umidade relativa do ar de aproximadamente 81% (SOARES JUNIOR, 2000). Os solos de Viçosa apresentam a predominância de duas classes: os latossolos que ocorrem em topo e nas encostas das elevações, o argissolo vermelho-amarelo, que ocorre nos terraços.

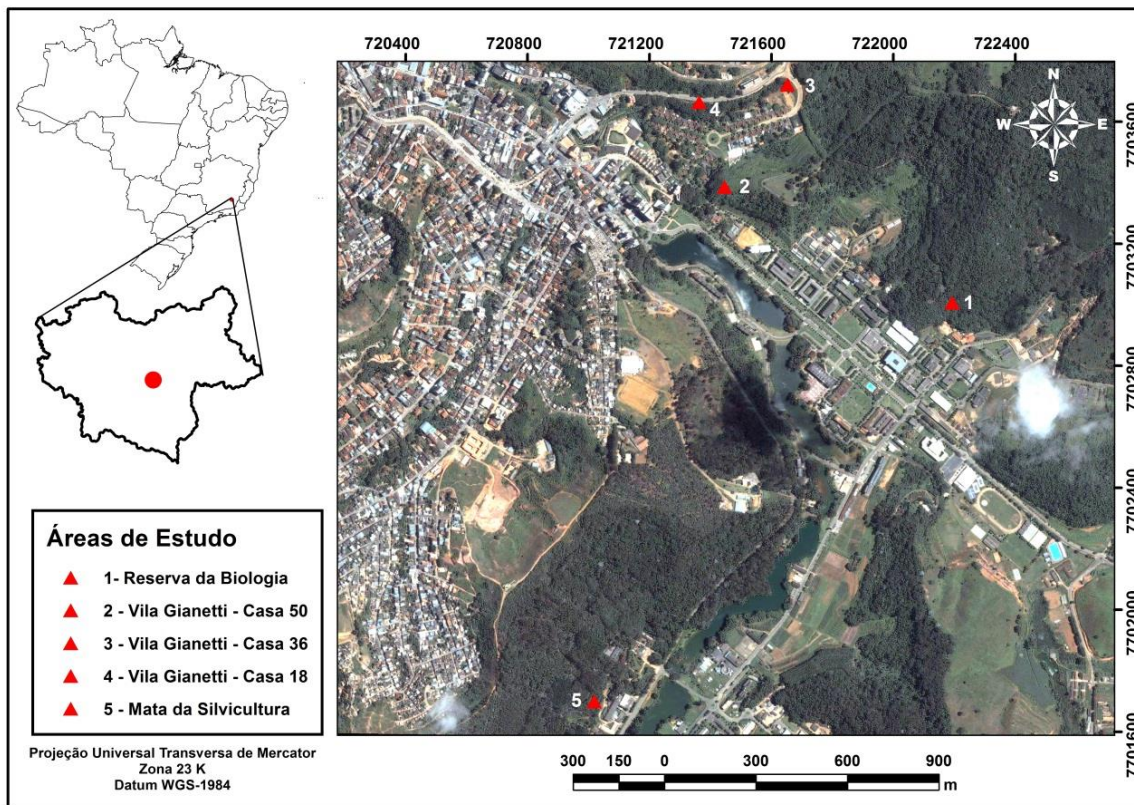


Figura 9. Mapa de localização dos fragmentos florestais urbanos estudados, município de Viçosa, Minas Gerais.

A vegetação natural é representada por Florestas Estacionais Semidecíduas Montana e Submontana (VELOSO et al., 1991), e vêm sendo explorado desde o século XIX, pelos primeiros colonos procedentes das regiões auríferas de Ouro Preto e Mariana. Quando a comercialização de ouro estava em declínio, levou a migração em busca de boas terras para lavoura, e a atividade agrária, especialmente a cafeicultura foi responsável pelo primeiro impulso na economia local (PEREIRA, 2005). Dessa forma, iniciou-se a alteração da paisagem no município, restringindo as florestas aos morros e encostas mais altas (VALVERDE, 1958).

Por volta do ano de 1920, a Escola Superior de Agricultura e Veterinária, atual Universidade Federal de Viçosa, se instala, tornando componente central da urbanização (PEREIRA, 2005). E por volta do ano de 1930 há um aumento no número de fragmentos florestais. Hoje em dia, a paisagem de Viçosa vem sendo ocupada principalmente por pastagens (COELHO et al., 2005), onde ocorrem de forma fragmentada, principalmente em locais de difícil acesso, como topos de morros. Estes fragmentos somam 474 relictos, que juntos

representam 6441,21 ha, correspondendo a 18,69% da área do município coberta por vegetação arbórea (PEREIRA et al., 2001).

6.1.1 Vila Gianetti

A Vila Gianetti foi construída na década de 20, no âmbito da criação da Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), que antecedeu a fundação da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Na época, o número de habitações na cidade era insuficiente para alojar o quadro de professores, então foram construídas as 56 casas que compõem a Vila, hoje consideradas patrimônio da arquitetura local. Depois de certo tempo, a UFV destinou as casas para uso institucional, tornando-as extensões dos departamentos (LADEIRA, 2001).

O estudo foi conduzido em pequenos fragmentos florestais que fazem divisa com os fundos das casas, sendo Casa 18 (20°45'13.85"S, 42°52'26.90"W); Casa 36 (20°45'11.16"S, 42°52'16.80"W) e Casa 50 (20°45'22.28"S, 42°52'23.81"W) com altitude de 678 m, 692 m e 675 m respectivamente. Estes se encontram alterados por ações antrópicas, com presença de gramíneas invasoras em alguns trechos, dossel descontínuo, presença abundante de espécies nos estratos iniciais de regeneração (*Piptadenia gonoacantha*, *Senna multijuga*, *Cecropia* sp., *Trema micrantha*, *Mabea fistulifera*, *Senna macranthera*, *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina*) e não raro, presença de árvores exóticas, como laranjeiras, nêspera e grande quantidade de lianas. Os maiores indivíduos observados em campo pertencem à espécie *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina*, destacando-se dentre as espécies de maiores dimensões.

6.1.2 Reserva da Biologia

A Reserva da Biologia tem aproximadamente 75 ha, situada no campus da Universidade Federal de Viçosa (20°45'34.71"S, 42°51'57.84"W), apresentando altitude de 709 m.

Golfari (1975) relata que se trata de um fragmento florestal que, no início do século passado (década de 20), foi usada para o cultivo de café e cana-de-açúcar. Dias et al. (2005) descreveram o fragmento florestal em questão como

uma comunidade secundária estabelecida no local onde a mata original foi retirada para a implantação de lavoura cafeeira, que foi abandonada há 79 anos, quando a área passou a fazer parte do Campus da UFV. Desde então, a área permanece em regeneração natural, sem interferências antrópicas drásticas. Hoje é resultado de uma sucessão secundária em estágio médio-avançado que, para Camargo (1993), apesar de situar-se em área urbana, é bastante representativa da flora regional. Neste fragmento, os indivíduos de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* representam os maiores indivíduos.(PAULA et al., 2002; 2004; FERREIRA-JUNIOR et al., 2007). Estudos científicos sobre a comunidade faunística presente na área é escasso, focados principalmente na herpetofauna (OLIVEIRA et al., 2007; COSTA et al., 2009; 2010).

6.1.3 Mata da Silvicultura

A Mata da Silvicultura (20°46'17.41"S, 42°52'37.03"W) apresenta altitude de 686 m é um fragmento florestal de 17 ha, resultante de regeneração natural. Foi adquirida pela UFV em 1936 e, desde então, encontra-se protegida de cortes e extração de madeira (MARISCAL-FLORES, 1993), o que tem assegurado a manutenção do adiantado estágio sucessional.

No entanto, os grupos de saguis observados para este estudo, encontram-se em um fragmento secundário, bem degradado, com presença de espécies arbóreas de pequeno porte, salvo os indivíduos de *A. peregrina* var. *peregrina* que ganham destaque em altura e diâmetro. A mata possui bordas com presença maciça de lianas, que chegam a dominar as copas das árvores. Estudos científicos abordando a fauna presente no local são escassos, mas estudos sobre flora foram realizados mais frequentemente (MEIRA-NETO, 2000a; 2000b; 2002; 2003; MEIRA-NETO et al., 2005).

6.2 Grupos de estudo

Nos fragmentos florestais de Viçosa encontram-se exemplos de possíveis hibridações entre espécies de *Callithrix* (PEREIRA et al., 1995; MORAIS JÚNIOR, 1998; MELO, 1999; PEREIRA, 2012; FUZESSY, 2013). Esta observação tem sido reforçada pela detecção de grupos apresentando padrões intermediários entre as espécies *C. penicillata* e *C. geoffroyi*; assim como *C. jacchus* e *C. penicillata* (Figuras 10 e 11). Áreas de hibridação para tais espécies já foram descritas por Passamani et al., (1997), por Melo (1999), por Pereira (2012) e por Fuzessy (2013) nesta mesma região.

A pesquisa foi realizada em cinco grupos de saguis híbridos (Tabela 1). Desses, três grupos estavam presentes na Vila Gianetti, um grupo na Reserva da Biologia e um grupo na Mata da Silvicultura.

Tabela 1. Composição e características híbridas dos cinco grupos de saguis híbridos (*Callithrix* spp.) estudados no município de Viçosa, Minas Gerais. Segundo o estudo conduzido por Fuzessy (2013), denomina-se Jacpen, os híbridos de espécies parentais de *C. jacchus* e *C. penicillata*; denomina-se Geopen os híbridos das espécies parentais *C. geoffroyi* e *C. penicillata*.

Grupos	Características híbridas	Número indivíduos	
		Adultos	Filhotes
Casa 18	Jacpen	7	2
Casa 36	Geopen	6	2
Casa 50	Geopen	6	2
Mata da Silvicultura	Jacpen	5	1
Reserva da Biologia	Geopen	12	NI

*NI: Não identificado

A classificação dos híbridos baseou-se nas descrições de pelagem realizada por Fuzessy (2013). Dessa forma, saguis com características intermediárias como: misturas de pelos brancos e negros em tufos abertos ou em tufos pincelados indicam híbridos *C. jacchus* x *C. penicillata* (Jacpen) (Figura 10). Presença da face quase toda branca e a pelagem da região dorsal apresentando-se com padrão amarelado classificou-se como híbrido de *C. geoffroyii* x *C. penicillata* (Geopen) (Figura 11).



Figura 10-11. Indivíduos híbridos de *Callithrix* spp.: (10) fenótipo híbrido (*C. jacchus* x *C. penicillata*); (11) fenótipo híbrido (*C. penicillata* x *C. geofroyii*). Foto: Talitha Mayumi Francisco.

Os últimos registros para a espécie nativa *C. aurita* da região de Viçosa, foram feitas por Moraes Junior (1998) e Melo (1999). Desde então, não se têm mais registros da ocorrência desta espécie em ambiente natural no município (PEREIRA, 2012).

7. REFERÊNCIAS

- ADRIAN J., ASSOUMANI M. Gums and hydrocolloids in nutrition. In: REICHEIGL, M. (Ed.) **CRC handbook of nutritional supplements**: vol. II. Agricultural use CRC Press, Boca Rotan. 1983. vol II, p. 301-333.
- ALONSO, C.; LANGGUTH, A. Ecologia e Comportamento de *Callithrix jacchus* (Primates: Callitrichidae) numa ilha de floresta atlântica. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 6, n. 2, p. 105-137, 1989.
- ALTSCHUL, S. VON R. A Taxonomic Study of the Genus *Anadenanthera*. In: ROLLINS, R.C.; FOSTER, R.C. (Ed.). **Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University**. Massachusetts: Lexington Press, 1964, p. 03-65.
- ARAÚJO, F.S; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n. 1, p. 107-116, 2006.
- BAHIA SEPLANTEC, Subsecretaria de Ciência e Tecnologia. **Inventário de plantas medicinais do Estado da Bahia**. Salvador, 1979. 1201 p.

BEARDER, S.K.; MARTIN, R.D. *Acacia* gum and its use by bushbabies, *Galago senegalensis* (Primates: Lorisidae). **Internacional Journal Primatology**, v.1, p. 103–128, 1980.

BICCA-MARQUES, J.C.; SILVA, V.M. DA; GOMES, D.F. Ordem Primates. In: **Mamíferos do Brasil**, 2006. cap. 5. p. 101-148.

BRITO, M.F.; FRANÇA, T.N; OLIVEIRA, K.D.; CERQUEIRA, V.D. Estudos experimentais em coelhos com plantas cianogênicas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, p. 63-70, 2000.

CAMARGO, S.L. **Fitossociologia de uma floresta mesófila semidecídua do Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa**. 1993. 34 f. Trabalho de conclusão de Curso - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1993.

CANALE, G., BRAGA, A.; GONDIM L.; SANTEE, D. Sequência de comportamentos de *Callithrix penicillata* durante a gomivoria. In: FERRARI, S.F; RÍMOLI, J. (Ed.). **A Primatologia no Brasil**. Aracaju, Sociedade Brasileira de Primatologia, 2008. vol. 9, p. 49-59.

CANTON, J.M; HILL, D.M.; HUME, J.D.; CROOK G.A. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. **Comparative Biochemical Physiology**, v. 144, n. 1, p.1-8, 1996.

CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; FREDERICO, P.G.U.; CARVALHO, A.M.M.L.; VIDAURRE, G.B. Propriedades de chapas de aglomerados fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e ureia-formaldeído. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 521-531, 2009.

CARNEIRO, A.C.O; VITAL, B.R.; CASTRO, A.F.N.M.; SANTOS, R.C.S.; CASTRO, R.V.O.; PINHEIRO, M.A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 767-775, 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA-CNPQ/SPI. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.

CASTRO, C.S.S. Tamanho da área de vida e padrão de uso do espaço em grupos de saguis, *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 91-96, 2003.

CHARLES-DOMINIQUE P. **Ecology and behaviour of nocturnal primates**. London: Duckworth Press. 1977. 277 p.

CLUTTON-BLOCK, T.H.; HARVEY, P.H. Species differences in feeding and ranging behavior in primates. In: CLUTTON-BROCK, T.H. (Ed). **Primate ecology: studies of feeding and ranging behaviour in lemurs, monkeys and apes**. London: Academic Press. 1977. p. 557-584.

COELHO, D.J.S., SOUZA, A.L.; OLIVEIRA C.M.L. Levantamento da cobertura florestal natural da Microrregião de Viçosa, MG, utilizando-se imagens de Landsat5. **Revista Árvore**, v. 29, n.1, p. 17-24, 2005.

COIMBRA-FILHO, A.F. Os saguis do gênero *Callithrix* da região oriental brasileira e um caso de duplo-hibridismo entre três de suas formas (Callithrichidae-Primates). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 31, n. 3, p. 377-388, 1971.

COIMBRA-FILHO, A.F. Aspectos inéditos do comportamento de saguis do gênero *Callithrix* (Callithrichidae-Primates). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 22, n. 4, p. 502-512, 1972.

COIMBRA-FILHO, A.F., ALDRIGHI, A.D., MARTINS, H.F. Nova contribuição ao restabelecimento da fauna do Parque Nacional de Tijuca. **Brasileira Florestal**, v. 4, p. 7–25, 1973.

COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A. Exudate eating and tree-gouging in marmosets. **Nature**, v. 262, p. 630-632, 1976.

COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A. Exudate-eating, and the “short-tusked” condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In: KLEIMAN, D.G (Ed.) **The biology and conservation of the Callitrichidae**. Smithsonian Institution Press, Washington, 1977, p. 105-115.

COIMBRA-FILHO, A.F.; ROCHA, N.C.; PISSINATTI, A. Morfofisiologia do ceco e sua correlação com o tipo odontológico em Callitrichidae (Platyrrhini, Primates). **Revista Brasileira Biologia**, v. 40, p. 177-185, 1980.

COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A.; CONSTABLE, I.D. *Callithrix flaviceps* (Thomas, 1903) recorded from Minas Gerais, Brazil (Callitrichidae, Primates). **Revista Brasileira Biologia** v. 41, p.141–147, 1981.

COIMBRA-FILHO, A.F. Os primatas do Brasil, patrimônio a conservar. **Ciência Hoje**, v. 1, n. 2, p. 62-69, 1982.

COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA DE MINAS GERAIS – CGGMG. Viçosa. Folha n. 25. Belo Horizonte, 1930.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa**. Viçosa, 1983. 87 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.

CORRÊA, H.K.M.; COUTINHO, P.E.G.; FERRARI, S.F. Between-year differences in the feeding ecology of highland marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*) in south-eastern. **Brazilian Journal Zoology**, v. 252, p. 421–427, 2000.

COSTA, H.C.; FERNANDES, V.D.; RODRIGUES, A.C.; FEIO, R N. Lizards and Amphisbaenians, municipality of Viçosa, state of Minas Gerais, South eastern Brazil. **CheckList**, v. 5, n. 3, p. 732–745, 2009.

COSTA, H.C.; PANTOJA, D.V.; PONTES, J.L.; FEIO, R.N. Serpentes do Município de Viçosa, Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 353-377, 2010.

COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R., MENDES, S.L., DITCHFIELD, A.D. Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, p. 103-112, 2005.

CRUZ, G.L. **Dicionário das Plantas uteis do Brasil**. 4 ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil S/A. 1964. 595 p.

DIAS, A.S.; FERREIRA JÚNIOR, W.G.; CARMO, F.M.S.; SILVA, A.F. Dinâmica da regeneração natural e a presença de *Coffea arabica* L. influenciando a diversidade de espécies. In: VII **Congresso de Ecologia do Brasil**. 2005, Caxambu.

DIGBY, L.J.; FERRARI, S.F.; SALTZMAN, W. Callitrichines: the role of competition in cooperatively breeding species. In: CAMPBELL, C.J.; FUENTES, A.; MACKINNON, K.C.; PANGER, M.; BEARDER, S.K. (Ed.). **Primates in perspective**. New York: Oxford University Press. 2007. p. 85-106.

FERRARI, S.F. **The behaviour and ecology of the buffy-headed marmoset *Callithrix flaviceps* (O. Thomas 1903)**. London, 1988. 448 f. PhD thesis, University College London, London. 1988.

FERRARI, S.F., LOPES FERRARI, M.A. A re-evaluation of the social organization of the Callitrichidae, with reference to the ecological differences between genera. **Folia Primatologica**, v. 52, p. 132–147, 1989.

FERRARI, S.F.; MARTINS, E.S. Gummivory and Gut Morphology in Two Sympatric Callitrichids (*Callithrix emiliae* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) From Western Brazilian Amazonia. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 88, p. 97-103, 1992.

FERRARI, S.F. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In: RYLANDS, A.B (Ed.) **Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behaviour** Oxford University Press, Oxford. 1993, p. 314-328.

FERRARI, S.F.; RYLANDS A.B. Activity budgets and differential visibility in field studies of three marmosets (*Callithrix* spp.). **Folia Primatologica**, v. 63, p. 78–83, 1994

FERRARI, S.F.; CORRÊA, H.K.M.; COUTINHO, P.E.G. Ecology of the “Southern” marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*). In: NORCONK, M.A; ROSENBERGER, A.L, GARBER, P.A (Ed.) **Adaptive radiations of neotropical primates**. Plenum Press, New York. 1996, p. 157-171.

FERRARI, S.F.; DIGBY, L. Wild *Callithrix* groups: stable extended families? **American Journal Primatology**, v. 38, p. 19–27, 1996.

FONSECA, G.A.B; LACHER, T.E. Exudate feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semideciduous woodland (cerradão) in central Brazil. **Primates**, v. 25, p. 441–450, 1984.

FRAGASZY, D.; VISALBERGHI, E.; GALLOWAY, A. Infant tufted capuchin monkeys behaviour with novel foods: opportunism, not selectivity. **Animal Behaviour**, v. 53, p. 1337-1343, 1997.

FUZESSY, L. F. **Estudo Comparativo da Morfologia de Grupos de Híbridos de *Callithrix* sp. de Vida Livre em Viçosa, MG.** Viçosa, 2012. 69f. Dissertação mestrado. (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, 2013.

GARBER, P.A. Locomotor behavior and feeding ecology of the Panamanian tamarin (*Saguinus oedipus geoffroyi*, Callithricidae, Primates). **Internacional Journal Primatology**, v. 1, p. 185–201, 1980.

GARBER, P.A. Proposed nutritional importance of plant exudates in the diet of the Panamanian tamarin, *Saguinus oedipus geoffroyi*. **Internacional Journal Primatology**, v. 5, p. 1–15, 1984.

GARBER, P.A.; TEAFORD, M.F. Body weights in mixed species troops of *Saguinus mystax mystax* and *Saguinus fuscicollis nigrifrons* in Amazonian Peru. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 71, p. 331-336, 1986.

GARBER, P.A. Foraging strategies living Primates. **Annual Review of Anthropology**, v. 16, p. 339-364, 1987.

GARBER, P.A. Vertical clinging, small body size, and the evolution of feeding adaptations in the Callitrichinae. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 88, p. 469–482, 1992.

GARBER, P.A. Feeding ecology and behavior of the genus *Saguinus*. In: RYLANDS, A.B. (Ed.). **Marmosets and tamarins: Systematics, behaviour and ecology**. Oxford: Oxford University Press. 1993a. p. 273-295.

GENTRY, A.H. Neotropical floristic diversity: phyto geographical connections between Central and South América, pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny? **Annals Missouri Botanical Gardens**, v. 69, p. 557-593, 1982.

GLICKSMAN, M. **Gum technology in the food industry**. Academic Press, New York. 1969. 120p.

HARRISON, M.L; TARDIF, S.D. Social implications of gummivory in marmosets. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 95, p. 399–408, 1994.

HERSHKOVITZ, P. **Living New World Monkeys (Platyrrhini), with an Introduction to the Primates**. Chicago University Press, Chicago, 1997, v. 1, 325 p.

HOEHNE, F.C. **Plantas e Substâncias Vegetais Tóxicas e Medicinais**. São Paulo. Departamento de botânica do Estado de São Paulo, 1939. 355 p.

HOVE, E.L.; HERNDON, F.J. Growth of rabbits on purified diets. **Journal of Nutrition**, v. 63, p. 193-199, 1957.

JOHNS, T.; NAGARAJAN, M.; PARKIPUNY, M.L.; JONES, P.J.H. Maasai gummivory: implications for Paleolithic diets and contemporary health. **Current Anthropology**, v.41, p. 453-459, 2000.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant Systematics**: A phylogenetic approach. USA: Sinauer Associates. 1999. 464 p.

LACHER, T.E., FONSECA, G.A.B., ALVES, C.; MAGALHÃES-CASTRO, B. Parasitism of trees by marmosets in a Central Brazilian Gallery Forest. **Biotropica**, v. 16, n. 3, p. 202-209, 1984.

LAMBERT, J.E. Primate digestion: interactions among anatomy, physiology and feeding ecology. **Evolution Anthropology**, v. 7, n. 1, p. 08–20, 1998.

LAMBERT, J.E. Primate nutritional ecology: feeding biology and diet at ecological and evolutionary scales. In: CAMPBELL, C.J.; FUENTES, A.; MACKINNON, K.C.; PANGER, M.BEARDER, S.K. (Ed.). **Primates in perspective**. New York: Oxford University Press. 2007. p. 482-495.

LASKA, M.A comparison of food preferences and nutrient composition in captive squirrel monkeys, *Saimiris ciureus*, and pigtail macaques, *Macaca nemestrina*. **Physiology & Behavior**, v. 73, p. 111-120, 2001.

LAZARO-PEREA, C.; SNOWDON, C.T.; ARRUDA, M.F. Scent-marking behavior in wild groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*), **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v.46, n. 5. p. 313-324, 1999.

LEE, P.C.; MAJLUF, P.; GORDON, I.J. Growth, weaning and maternal investment from a comparative perspective. **Journal of Zoology**, v. 225, p. 99–114, 1991.

LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Royal Botanic Gardens, Kew. 2005. 577 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de Identificação de e cultivo de plantas nativas arbóreas do Brasil**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo. Vol. 2. 1998. 352p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.deA. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum. 2002. 512 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantaru. 2008. vol.1. p. 286.

MAIER, W.; ALONSO, C.; LANGGUTH, A. Field observations on *Callithrix jacchus jacchus*. **Z Saugetierkd**, v. 47, p. 334–346, 1982.

MARISCAL-FLORES, E.J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de mata atlântica secundária, Município de**

- Viçosa, Minas Gerais.** 1993 165 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- MARTINEZ, S.T.; ALMEIDA, M.R.; PINTO, AC. ALUCINÓGENOS NATURAIS: UM VOO DA EUROPA MEDIEVAL AO BRASIL. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2501-2507, 2009.
- MARTINS, M.M.; SETZ, E.Z.F. Diet of buffy-tufted-eared marmosets (*Callithrix aurita*) in a forest fragment in South-eastern Brazil. **International Journal of Primatology**, v. 21, n. 3, p 467-476, 2000.
- MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma floresta estacional semidecidual Montana no município de Viçosa - MG. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 151-160, 2000a.
- MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Composição florística do estrato herbáceo-arbustivo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa - MG. **Revista Árvore**, v. 24, n.4, p. 407-416, 2000b.
- MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 437-446, 2002.
- MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da Mata da Silvicultura, uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 459-471, 2003.
- MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R.; SOUZA, A.L. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta botânica brasileira**, v. 19, n. 3, p. 473-486, 2005.
- MELO, T.M. Atividade roedora do *Callithrix penicillata* (sagui, mico estrela). In: MELO, M.T. (Ed.) **A primatologia no Brasil**. Brasília: Sociedade Brasileira de Primatologia 1985. p. 107-130.
- MELO, F.R. **Caracterização molecular de *C. aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi* e seus possíveis híbridos (Primates. Callitrichinae)**. Viçosa, 1999. 62p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa–Viçosa, 1999.
- MILTON, K. Distribution patterns of tropical plant foods as an evolutionary stimulus to primate mental development. **American Anthropologist**, v.83, p. 534-548, 1981.
- MIRANDA, G.H.B. DE; FARIA, D.S.de. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 3, p. 397–404, 2001.
- MONKE, J.V. Non-availability of gum arabic as a glycogenic foodstuff in the rat. **Proceeding sof the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 46, p. 178–179, 1941.

MORAIS JÚNIOR, M.M. **Aspectos ecológicos e morfológicos de um grupo social de possíveis híbridos de *Callithrix* (Callitrichidae: primates) em Viçosa, Minas Gerais.** 1998. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M. Caracterização da Madeira de Angico-Vermelho (*Anadenanthera Peregrina* (Benth) Speng) para Confecção de Móveis. **Brasil Florestal**, v. 23, p. 29-36, 2003.

MORIM, M.P. *Anadenanthera* In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/FB018072>>. Acesso em 20 out. 2012.

NATORI, M.; SHIGEHARA, N. Interspecific differences in lower dentition among eastern Brazilian marmosets. **Journal of Mammalogy**, v. 73, p 668–671, 1992.

NASH, L.T. Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates. **Yearbook of Physical Anthropology**, v.29, p.113-137, 1986.

NASH, L.T., BURROWS, A.M. Introduction: advances and remaining sticky issues in the understanding exudativory in primates. In: BURROWS, A.M.; NASH, L.T. (Ed.). **The evolution of exudativory in primates.** New York: Springer. 2010. P. 1–24.

OATES, J.F. **Food distribution and foraging behavior.** In: SMUTS, B.B.; CHENEY, D.L.; SEYFARTH, R.M.; WRANGHAM, R.W.; STRUTHSACKER, T.T. (Ed.). *Primates Societes*, The University of Chicago Press, Chicago, USA. 1987. p. 197-209.

OLIVEIRA, E.F.; FEIO, R.N.; MATTA, S.L.P. Aspecto reprodutivos de *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.54, n. 313, p. 230-238, 2007.

PASSAMANI, M. Uso de árvores gomíferas por *Callithrix penicillata* no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Boletim Museu Biologia Mello Leitão**, v.4, p. 25–31, 1996.

PASSAMANI, M. Activity budget of Geoffroy's marmoset (*Callithrix geoffroyi*) in an Atlantic forest in southeastern Brazil. **American Journal Primatology**, v. 46, p. 333–340, 1998.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; SANTOS, F.A.M. Alterações florísticas e fitossociológicas da vegetação arbórea numa floresta estacional semidecidual em Viçosa- MG. **Revista Árvore**, v. 26, n.6, p. 743-749, 2002.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; MARCO-JUNIOR, P.; SANTOS, F.A.M.; SOUZA, A.L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta botânica brasileira**, v. 8, n. 3, p. 407-423, 2004.

PEREIRA, A. M. **Composição, distribuição, densidade e riqueza de primatas em fragmentos florestais no município de Viçosa-MG.** Viçosa,

2012. 70 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- PEREIRA, M.F.V. Contradições de uma “cidade científica”: processo de urbanização e especialização territorial em Viçosa (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 16, p.197-206, 2005.
- PEREIRA, R.F.; GONÇALVES, A.M.; MELO, F.R.; FEIO, R.N. Primates from the vicinity of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Primates**, v. 3, n. 4, p. 171-173. 1995.
- PEREIRA, R.A.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BRITES, R.S. Caracterização da paisagem, com ênfase em fragmentos florestais, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 25, n. 3, p. 327-333. 2001.
- PEREIRA, Z.V.; FERNANDES, S.S. L.; SANGALLI, A.; MUSSURY, R.M. Usos múltiplos de espécies nativas do bioma Cerrado no Assentamento Lagoa Grande, Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 126-136, 2012.
- PERES, C.A. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 287–317, 2000.
- POLHILL, R.M.; RAVEN, P.H. **Advances in Legume Systematics**. Royal Botanic Gardens, Kew. 1981. 1049 p.
- PORTER, L.M.; GARBER, P.A.; NACIMENTO, E. Exudates as a fallback food for *Callimico goeldii*. **American Journal Primatology**, v. 71, p. 120–129, 2009
- POWER, M.L.; OFTEDAL, O.T. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. **American Journal of Primatology**, v. 40, p. 131-144, 1996.
- POWER, M.L. Nutritional and Digestive Challenges to being a Gum-Feeding Primates. In: BURROWS A.; NASH, L. (Ed.). **The evolution of exudativory in primates**. New York: Spreinger, 2010. p. 25 - 44.
- PRIDE, R. E. Foraging Success, Agonism, and Predator Alarms: Behavioral Predictors of Cortisol in *Lemur catta*. **International Journal of Primatology**, v. 26, n. 2, p. 295-319, 2005.
- RABOY, B.; CANALE, G.R.; DIETZ, J.M. Ecology of *Callithrix kuhlii* and a review of eastern Brazilian marmosets. **Internacional Journal Primatology**, v. 29, p. 449–467, 2008.
- RIZZINI, C.T. Plantas do Brasil. **Árvores e Madeiras Úteis do Brasil**. Manual de Dendrologia Brasileira. São Paulo, 1971. 294 p.
- RIZZINI, C.T.; COIMBRA-FILHO, A.F. Lesões produzidas pelos saguis, *Callithrix p. penicillata* (E. Geoffroy, 1982), em árvores do cerrado

(Callitrichadae, Primates). **Revista Brasileira de Biologia**, v.41, n.3, p. 579-583, 1981.

RODD, R. Snuff synergy: preparation, use, and pharmacology of yopo and *Bonisteriopsiscaopi* among the Piaroa of southern Venezuela. **Journal of Psychoactive Drugs**, v. 34, p. 273-279, 2002.

ROSENBERGER, A.L. Adaptive Profile Versus Adaptive Specialization: Fossils and Gummivory in Early Primate Evolution. In: BURROWS, A.; NASH, L. (Ed.) **The evolution of exudativory in primates**. Springer, New York, 2010. p. 273-295.

RYLANDS, A.B.; COSTA, C.M.R. **Observações preliminares sobre populações de *Callithrix geoffroyi* (Humboldt, 1812) na Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de Peti-MG**, CEMIG, Belo Horizonte, MG. 1988.

RYLANDS, A.B.; FARIA, D.S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: RYLANDS, A.B. (Ed.). **Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology**. Oxford University Press, Oxford, 1993. p. 263-271

RYLANDS, A.B. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callithricidae. **American Journal Primatology**, v. 38, p. 5-18, 1996.

SANGALLI, A.; VIEIRA, M.C.; ZARATE, N.A.H. Levantamento e caracterização de plantas medicinais nativas com propriedades medicinais em fragmentos florestais e de cerrado, em Dourados-MS, numa visão etnobotânica. **Acta Horticulturae**, v. 569, p. 173-184, 2002.

SCANLON, C.E.; CHALMERS, N.R.; MONTEIRO DA CRUZ, M.A.O. Changes in the size composition and reproductive condition of wild marmoset groups (*Callithrix jacchus jacchus*) in northeast Brazil. **Primates**, v. 29, p. 295-305, 1989.

SCANLON, C.E.; MONTEIRO DA CRUZ, M.A.O.; RYLANDS, A.B. Exploração de exsudatos vegetais pelo saguis-comum, *Callithrix jacchus*. **Primatologia no Brasil**, v. 3, p. 197-205, 1991.

SMITH, A.C. Composition and proposed nutritional importance of exudates eaten by saddleback (*Saguinus fuscicollis*) and mustached (*Saguinus mystax*) tamarins. **Internacional Journal Primatology**, v. 21, p. 69-83, 2000.

SMITH, A.C. Influences on gum feeding in primates. In: BURROWS, A.; NASH, L. (Ed.) **The evolution of exudativory in primates**. Springer, New York, 2010. p.109-122.

SOARES JÚNIOR, F.J. Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual na Fazenda Tico - Tico, Viçosa, MG. Viçosa,

2000. **Dissertação de mestrado**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

SOUTO, S.M.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C. Espécies selecionadas para arborização das pastagens no estado do Rio de Janeiro. **Pasturas Tropicales**, v. 26, n. 2, p. 31-47, 2004.

SUSSMAN, R.W.; KINZEY, W.G. The ecological role of the Callitrichidae. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 64, p. 49-419, 1984.

STEVENS J.R.; HALLINAN E.V.; HAUSER M. D. The ecology and evolution of patience in two New World monkeys. **Biology Letters**, v. 1, p. 223–226, 2005.

STEVENSON, M. F.; RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. In: MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A.; FONSECA, G. A. B. (Ed.). **Ecology and behavior of neotropical primates**. World Wildlife Fund, Washington, 1988. p. 131-222.

STRIER, K. B. **Primate behavioral ecology**. Allyn and Bacon. Pearson Education Group, EUA. 2003. 452 p.

SWINDLE D. R. **Introduction on the Primates**. United States of America. University of Washington Press. 1998.

TAYLOR, A.B.; ENG, E.M.; ANAPOL, F.C.; VINYARD, C.J. The functional significance of jaw muscle fiber architecture in tree-gouging marmosets. In: FORD, S.M., PORTER, L.M., DAVIS, L.C. (Ed.). **The smallest anthropoids: The marmoset/callimico radiation**. Springer, New York. 2009. p. 395-409.

THOMAS, J.F. Morphological and developmental plasticity in legumes. In: FERGUSON, I.K.; TUCKER, S. (Ed.). **Advances in Legume Systematics 6: Structural Botany**. Kew, Royal Botanic Gardens. 1994. p. 97-115.

THOMPSON, C.L.; ROBL, N.J.; MELO, L.C.O.; VALENÇA-MONTENEGRO, M.M.; VALLE, Y.B.M.; OLIVEIRA, M.A.B.; VINYARD, C.J. Spatial distribution and exploitation of trees gouged by common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Internacional Journal Primatology**, v. 34, p. 65-85, 2013.

TINBERGEN, N. On aims and methods of ethology. **Zeitschrift für Tierpsychologie**, v. 20, p. 410-433, 1963.

TOKARNIA, C.H.; PEIXOTO, P.V.; BRITO, M.F.; DUARTE, M.D.; BRUST, L.A. C. Estudos Experimentais com Plantas Cianogênicas em Bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, p. 84-90, 1999.

USHIDA, K.; FUGITA, S.; OHASHI, G. Nutritional significance of the selective ingestion of *Albizia zygia* gum exudate by wild chimpanzees in Bossou, Guinea. **American Journal Primatology**, v. 68, p. 143–151, 2006.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 20, n. 1, p. 1-82, 1958.

VARELA, E.S.; LIMA, J.P.M.S.; GALDINO, A.S.; PINTO, L.S.; BEZERRA, W. M.; NUNES, E.P.; ALVES, M.A.O.; GRANGEIRO, T.B. Relationships in subtribe Dicleinae (Leguminosae; Papilionoideae) inferred from internal transcribed spacer sequences from nuclear ribosomal DNA. **Phytochemistry**, v. 65, p. 59-69, 2004.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VERBEKEN D.; DIERCKX S.; DEWETTINCK, K. Exudate gums: occurrence, production, and applications. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 63, n. 1, p. 10-20, 2003.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448 p.

VINYARD, C.J.; WALL, C.E.; WILLIAMS, S. H.; SCHMITT, D.; HYLANDER, W. L.A preliminary report on the jaw mechanics during tree gouging in common marmosets (*Callithrix jacchus*). In: BROOKS, A. (Ed.). **Dental morphology**. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, 2001. p. 283-297.

VINYARD, C.J.; WALL, C.E.; WILLIAMS, S.H.; HYLANDER, W.L. Comparative functional analysis of skull morphology of tree-gouging primates. **Journal of Physical Anthropology**, v. 120, p. 153–170, 2003.

WRANGHAM, R.W.; WATERMAN, P.G. Feeding behaviour of vervet monkeys on *Acacia tortilis* and *Acacia xanthophloea*: with special reference to reproductive strategies and tannin production. **Journal of Animal Ecology**, v. 50, p. 715–731, 1981.



© Talitha M. Francisco

CAPÍTULO II

Artigo 1

**CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA SECREÇÃO, ANATOMIA E HISTOQUÍMICA
DOS DUCTOS SECRETORES DA CASCA DE *Anadenanthera peregrina*
var. *peregrina* (FABACEAE) ASSOCIADA AOS HÁBITOS ALIMENTARES
DE SAGUIS HÍBRIDOS (*Callithrix* spp.)**

**FRANCISCO, T. M.¹; LOPES-MATTOS, K. L. B.²; PICOLI, E. A. T.³;
OLIVEIRA, J. A.⁴; SILVA, I. O.⁵; BOERE, V.⁶**

^{1,5,6} Departamento de Biologia Animal, ^{2,3} Departamento de Biologia Vegetal,
⁴ Departamento de Biologia Geral, ⁶ Departamento de Bioquímica e Biologia
Molecular. Universidade Federal Viçosa. Av. P. H. Rolfs s/nº, 36570-000,
Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

Diversas espécies de Fabaceae são frequentemente utilizadas por primatas do gênero *Callithrix* para obtenção de secreção como recurso alimentar. Neste trabalho, objetivou-se caracterizar a constituição química da secreção, a anatomia e histoquímica de ductos secretores da casca de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* (Fabaceae) associada aos hábitos alimentares de saguis híbridos (*Callithrix* spp.). As amostras da goma e de cascas, não injuriadas e injuriadas pelos saguis, foram coletadas em fragmentos florestais urbanos, situados no Município de Viçosa – MG. Posteriormente, foram submetidos às técnicas usuais de anatomia vegetal para obtenção do laminário permanente e a testes histoquímicos e de determinação da constituição da goma. Foi observada a formação de ductos traumáticos em resposta a injúrias em conjunto com ductos secretores que ocorrem naturalmente na casca. Nos testes histoquímicos, a secreção reagiu positivamente para polissacarídeos totais, pectinas, mucilagens e proteínas totais. A análise química demonstrou percentual de água, carboidratos totais, proteínas, além dos minerais essenciais (Ca e K). Estes resultados estão de acordo com a análise histoquímica dos cortes de amostras injuriadas. Esta constituição da goma sugere que os saguis possam se beneficiar de uma dieta baseada tanto em carboidratos quanto em proteína. Comprovou-se, portanto, que a goma de *A. peregrina* é um importante recurso alimentar para dieta dos saguis deste estudo.

Palavras-chave: anatomia da casca; angico-vermelho; ductos traumáticos.

ABSTRACT

Several species of Fabaceae are often used by primates of the genus *Callithrix* for obtaining food resources. This study aimed to characterize the chemical composition of the secretion, anatomy and histochemical of secretory ducts of the bark of *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* (Fabaceae) associated with the eating behavior of hybrid marmosets (*Callithrix* spp.). Samples of gum and bark, not injured and injured by marmosets, were collected in urban forest fragments, located in the municipality of Viçosa-MG. Samples were prepared to of anatomy for obtaining permanent slide and to histochemical tests and determination of the constitution of gum. It was observed the formation of ducts in response to traumatic injuries together with secretory ducts that typically occur in the bark. In histochemical tests, the secretion reacted positively concerning the total polysaccharides, pectins, mucilages, and proteins. Chemical analysis showed water content, total carbohydrate and protein, besides essential minerals (Ca, K). These results are in agreement with the histochemical analysis of sections of injured samples. This constitution gum suggests that marmosets can benefit from a diet based on both, polysaccharides and protein. It was proved, therefore, that the gum *A. peregrina* is an important food resource for marmosets' diet in this study.

Keywords: bark anatomy; angico-vermelho; traumatic ducts

1. INTRODUÇÃO

Secreções¹ vegetais como a goma, produzida por ductos secretores, são componentes essenciais na dieta de muitas espécies de primatas (CHARLES-DOMINIQUE, 1977; SUSSMAN; KINZEY, 1984; NASH, 1986; SMITH, 2010). Diversas espécies de Fabaceae são frequentemente utilizadas por primatas do gênero *Callithrix* para obtenção desse recurso alimentar (RYLANDS; FARIA, 1993; SMITH, 2010), tendo destaque as espécies *Anadenanthera colubrina* (= *A. macrocarpa*) (COIMBRA-FILHO et al., 1973; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et al., 1989) e *Anadenanthera peregrina* (COIMBRA-FILHO et al., 1981; RIZZINI; COIMBRA, 1981; CÔRREA et al., 2000; THOMPSON et al., 2013).

Ductos secretores podem ocorrer naturalmente em todos os órgãos vegetais ou serem induzidos artificialmente (FAHN, 1979; EVERT, 2006). Os ductos que se desenvolvem em resposta a injúrias são chamados de ductos traumáticos (FAHN, 1979; EVERT, 2006). Estes se formam no floema e xilema secundário de coníferas e diversas angiospermas (FAHN, 1979; SETIA, 1984; BABU; SHAH, 1987; BABU et al., 1987; SUBRAHMANYAM; SHAH 1988; PAVIANI; JERONYMO, 1992; EVERT, 2006). Em muitas plantas, a formação de goma, goma-resina nos ductos traumáticos é intrínseca à sua atividade metabólica, já em outras, é uma resposta da planta ao envelhecimento, ao estresse e a injúrias ocasionadas por insetos ou patógenos (FAHN, 1979; CHRISTIANSEN et al., 1999).

A espécie vegetal *A. peregrina* (L.) Speg. var. *peregrina* (Fabaceae - Mimosoideae), conhecida popularmente como angico ou angico-vermelho, possui ampla distribuição pelos domínios fitogeográficos dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, sendo encontrado nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (LORENZI, 2008; MORIM, 2012). O angico também apresenta potencial para a produção de tanino (TORTORELLI, 1956; CARNEIRO et al., 2009; CARNEIRO et al., 2012), corantes (CARVALHO, 1994), produtos florestais madeireiros (MORI et al., 2003), exsudatívoros (RIZZINI; COIMBRA, 1981; CORRÊA et al., 2000) e uso medicinal (SANGALLI

¹ N.T: Entende-se por exsudato. Na nomenclatura botânica o termo secreção é mais usual e apropriado.

et al., 2002; PEREIRA et al., 2012) sendo relatado seu uso em terapias contra febre e úlceras, além de ação antiasmática, antidiarreica, anti-hemorragica e inflamações (HOEHNE, 1939; BAHIA, 1979). Existem ainda, relatos que destacam as propriedades psicoativas (LORENZI; MATOS, 2002; RODD, 2002; MARTINEZ et al., 2009) e tóxicas (TORKARNIA et al., 1999; BRITO et al., 2000), sendo utilizada na preparação de várias drogas cicatrizantes utilizadas pela população em toda a América do Sul (RIZZINI, 1971). É também utilizada para arborização das pastagens (SOUTO et al., 2004) e para recuperação de áreas degradadas por mineração (ARAÚJO et al., 2006).

Embora estudos apontem à espécie *A. perergrina* var. *peregrina* como fornecedora de secreção para primatas do gênero *Callithrix* (COIMBRA-FILHO et al., 1981; RIZZINI; COIMBRA, 1981; CÔRREA et al., 2000; THOMPSON et al., 2013), a anatomia e histoquímica das estruturas secretoras e a constituição química das secreções são inexistentes. Deste modo, o objetivo desse estudo foi localizar e descrever anatomicamente os ductos secretores presentes na casca de *A. peregrina* var. *peregrina*, bem como caracterizar e quantificar a natureza química da secreção, considerada importante recurso alimentar para saguis híbridos (*Callithrix* spp.) em fragmentos de floresta estacional semidecidual do Campus da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

O trabalho foi realizado em fragmentos florestais urbanos, situados no Campus da Universidade Federal de Viçosa, Município de Viçosa, MG, denominados: Reserva da Biologia (20°45'34.71"S, 42°51'57.84"W); Fragmentos da Vila Gianetti, representados pelas localidades: Casa 18 (20°45'13.85"S, 42°52'26.90"W); Casa 36 (20°45'11.16"S, 42°52'16.80"W) e Casa 50 (20°45'22.28"S, 42°52'23.81"W) e Mata da Silvicultura (20°46'17.41"S, 42°52'37.03"W) (Figura 1), em altitudes que variam de 675 a 709 m, compostos

por remanescentes com diferente grau de conservação (SILVA et al., 2000; MEIRA-NETO; MARTINS, 2002; PAULA et al., 2002; PAULA et al., 2004).

A formação florestal é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO et al., 1991), com influencia do clima Cwb segundo a classificação Köppen (GOLFARI, 1975; DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992) apresentando verões chuvosos e invernos frios e secos. A precipitação média anual é de 1.221 mm e a temperatura média de 19 °C (VIANELLO, 1991; DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992).

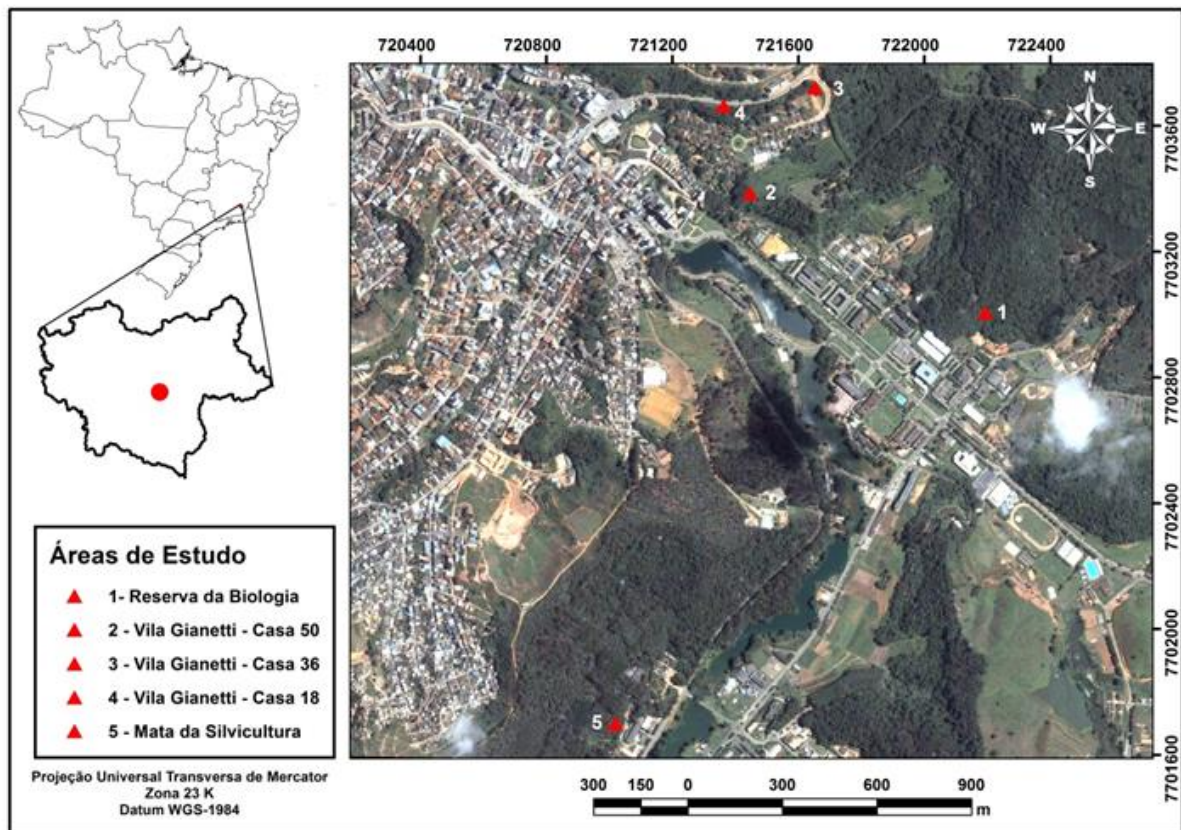


Figura 1. Mapa de localização dos fragmentos florestais urbanos estudados, Campus da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

2.2 Coleta e análise das amostras

Para a análise da anatomia da casca de angico-vermelho, foram coletados ramos da copa de dez indivíduos, onde cinco indivíduos apresentavam orifícios realizados pelos saguis e cinco não, sendo amostradas duas árvores em cada fragmento. Os indivíduos apresentaram DAP e altura total variando de 17,3 a 64,9 cm e 10,0 a 28,5 m respectivamente.

Posteriormente, os ramos foram levados para o Laboratório de Propriedades Físicas da Madeira (LPM) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa para a secção das subamostras.

As subamostras dos ramos com e sem orifícios foram fixadas em FAA (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 50%, 1:1: 18, v/v) por 48 horas e, posteriormente, estocadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Depois foram desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica).

As secções transversais e longitudinais (8 μm de espessura) foram obtidas com o auxílio de um micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, US), com a utilização de navalhas de aço descartáveis. Os cortes foram corados com Azul de Toluidina pH 4,0 (JOHANSEN, 1940) e as lâminas montadas com resina sintética (Permunt Fisher).

Testes histoquímicos foram realizados em amostras incluídas em metacrilato (Historesin, Leica). Secções transversais destas amostras foram submetidas ao ácido periódico/reagente de Schiff (MCMANUS, 1948) para polissacarídeos totais; vermelho de Rutênio (JOHANSEN, 1940) para pectinas e mucilagens; Xilidine Ponceau (O'BRIEN; MCCULLY, 1981) para proteínas totais.

As observações e a documentação fotográfica do laminário permanente foram realizadas em microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical) equipado com sistema U-Photo. Todos os procedimentos anatômicos e histoquímicos foram realizados no Laboratório de Anatomia e Morfogênese da Universidade Federal de Viçosa.

Para a análise química, foram coletadas secreções de três indivíduos de angico-vermelho, sendo as coletas realizadas semanalmente durante o mês de julho de 2012. As secreções foram coletadas de todas as porções da árvore (fuste e ramos da copa), como forma de se obter amostras representativas de todo o indivíduo arbóreo. Assim, secreções semigelificadas (MELO et al., 1997) foram retiradas diretamente dos orifícios realizados e utilizados pelos saguis e armazenados em recipientes esterilizados.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Biofísica, no Departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Para determinações quantitativas do percentual de água e dos carboidratos as

amostras foram submetidas à metodologia preconizada por Pregnonlato e Pregnonlato (1985) e para a determinação das proteínas foi aplicada pelo Método do Biureto (GORNALL et al., 1949). A Espectrometria de plasma indutivamente acoplado (ICP) foi utilizada para verificar a concentração dos minerais: cálcio, fósforo, potássio, zinco, cobre, manganês, ferro, níquel, magnésio e enxofre, sendo todas as análises realizadas com três repetições.

Ramos com flores e frutos dos indivíduos avaliados foram coletado em campo, herborizados e incorporados ao acervo do Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa (voucher nº 38.241; 38.240; 38.239; 38.615) A identidade do material foi confirmada por especialista.

3. RESULTADOS

Diversos orifícios são realizados pelos saguis nos ramos de angico-vermelho (Figuras 2, 3 e 4). A secreção liberada através dos orifícios é viscosa e de coloração marrom-clara (Figuras 3 e 4).

Numerosos ductos secretores ocorrem naturalmente em fileiras tangenciais e descontínuas ao longo da casca das árvores não injuriadas (Figuras 6, 7 e 8) e injuriadas² (Figuras 9, 10 e 11). Geralmente, os ductos são ramificados (Figura 7) e estão associados às fibras do floema secundário (Figuras 7 e 8). A bifurcação de um simples ducto ou a união de ductos adjacentes contribui para sua ramificação. Os ductos secretores são longos espaços intracelulares delimitados por um epitélio secretor (Figuras 7 e 8).

Ductos traumáticos foram observados na casca de árvores injuriadas pelos saguis (Figuras 9, 10 e 11). Tanto em secções transversais como em longitudinais observadas (Figuras 9, 10 e 11), os ductos traumáticos apresentam maior quantidade de goma, lumens maiores e irregulares, de formato oval, com camadas de células epiteliais não definidas quando comparados com os outros ductos secretores já presentes na casca.

Embora um estudo ontogenético não tenha sido realizado, a ausência de camadas celulares epiteliais definidas e a presença de resquícios de

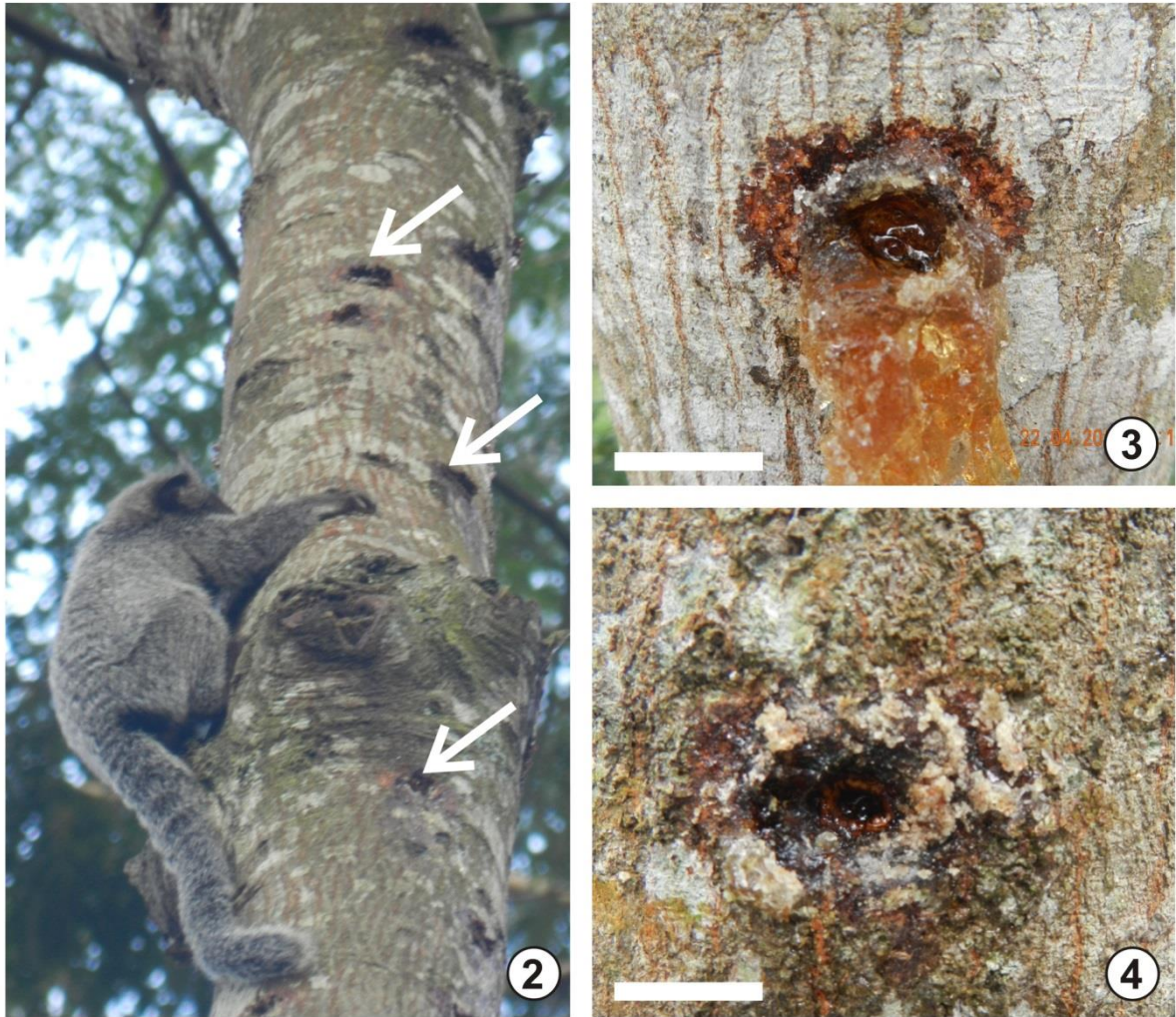
² Entende-se por escarificadas por saguis. Na nomenclatura botânica o termo injuria é mais apropriado e adequado.

citoplasma desorganizado e de parede celular no lume do ducto sugerem a origem lisígena dos ductos presentes na casca.

Nas regiões injuriadas, também foi observada a formação de um tecido de cicatrização, caracterizado pela proliferação de células parenquimáticas com características meristemáticas que dá origem a uma periderme (Figura 12).

A secreção no interior do lume celular dos ductos presentes na casca reagiu positivamente aos testes de ácido periódico/reagente de Schiff para polissacarídeos totais (Figuras 13, 14 e 15) e ao vermelho de Rutênio para pectinas e mucilagens, sendo positivo também ao teste de xilidine Ponceau para proteínas totais (Figura 16). Foi observado acúmulo de secreção nos espaços intercelulares das células do parênquima axial do floema e do xilema (Figura 15). Muitos elementos de vaso também foram parcialmente ou totalmente obstruídos pela secreção (Figura 15).

Os dados obtidos das análises químicas da secreção de angico-vermelho estão representados na tabela 1 e 2. Na tabela 1 a categoria outros é representada por lipídeos totais, fibras e outros constituintes não identificados. As amostras da secreção apresentaram altos percentuais de água, carboidratos e proteínas totais. Dos minerais analisados, o cálcio e o potássio foram os elementos de maior concentração nas amostras (Tabela 2).



Figuras 2-4. Orifícios em árvores injuriadas de angico-vermelho. (2). Detalhe (seta) de orifícios realizados por saguis. (3) e (4). Detalhe dos orifícios com secreção. Barras nas Figuras 3 = 15 mm; 4 = 11 mm.

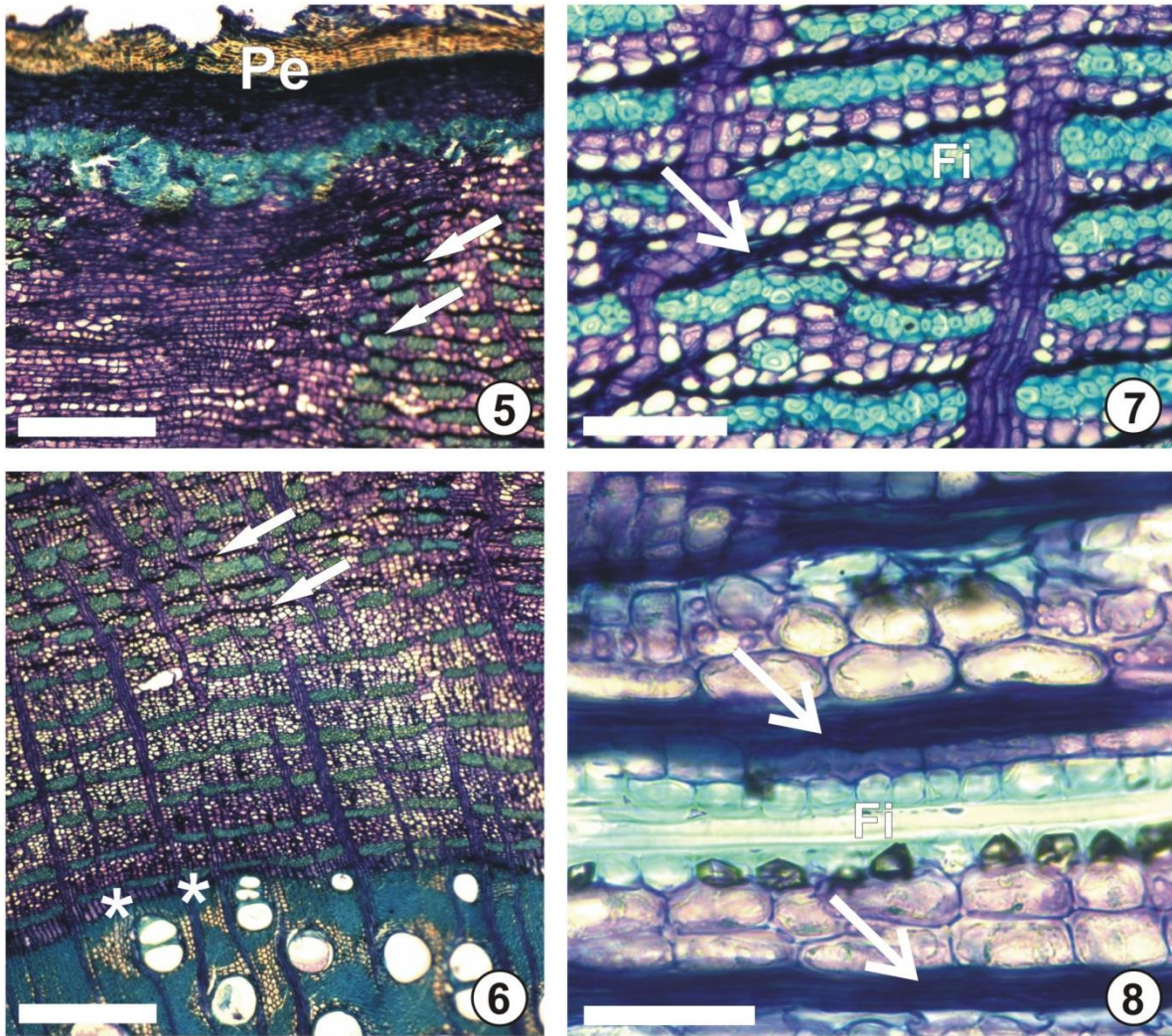


Figura 5-8. Cortes transversais (5, 6, 7) e longitudinais (8) de regiões não injuriadas da casca de angico-vermelho. (5) e (6). Detalhe dos ductos secretores (setas brancas) presentes na casca. (7). Detalhe de um ducto ramificado (seta branca) associado às fibras do floema secundário. (8). Detalhes dos ductos (setas brancas) associados às fibras do floema secundário. Abreviaturas – Pe = periderme; Fi = fibras; * = Câmbio vascular. Barras nas Figuras 5 = 100 μm ; 6 = 400 μm ; 7 = 200 μm ; 8 = 50 μm .

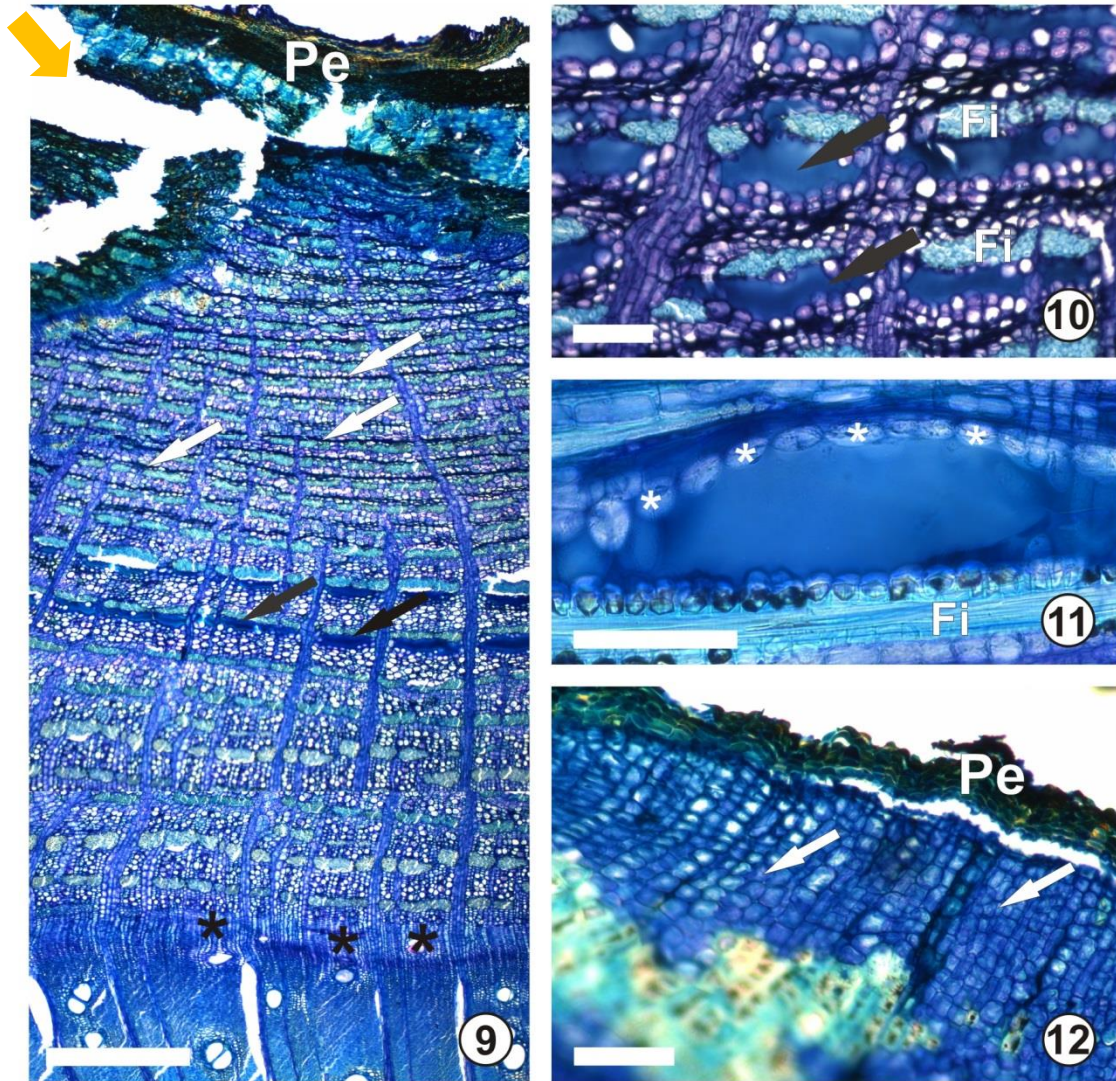
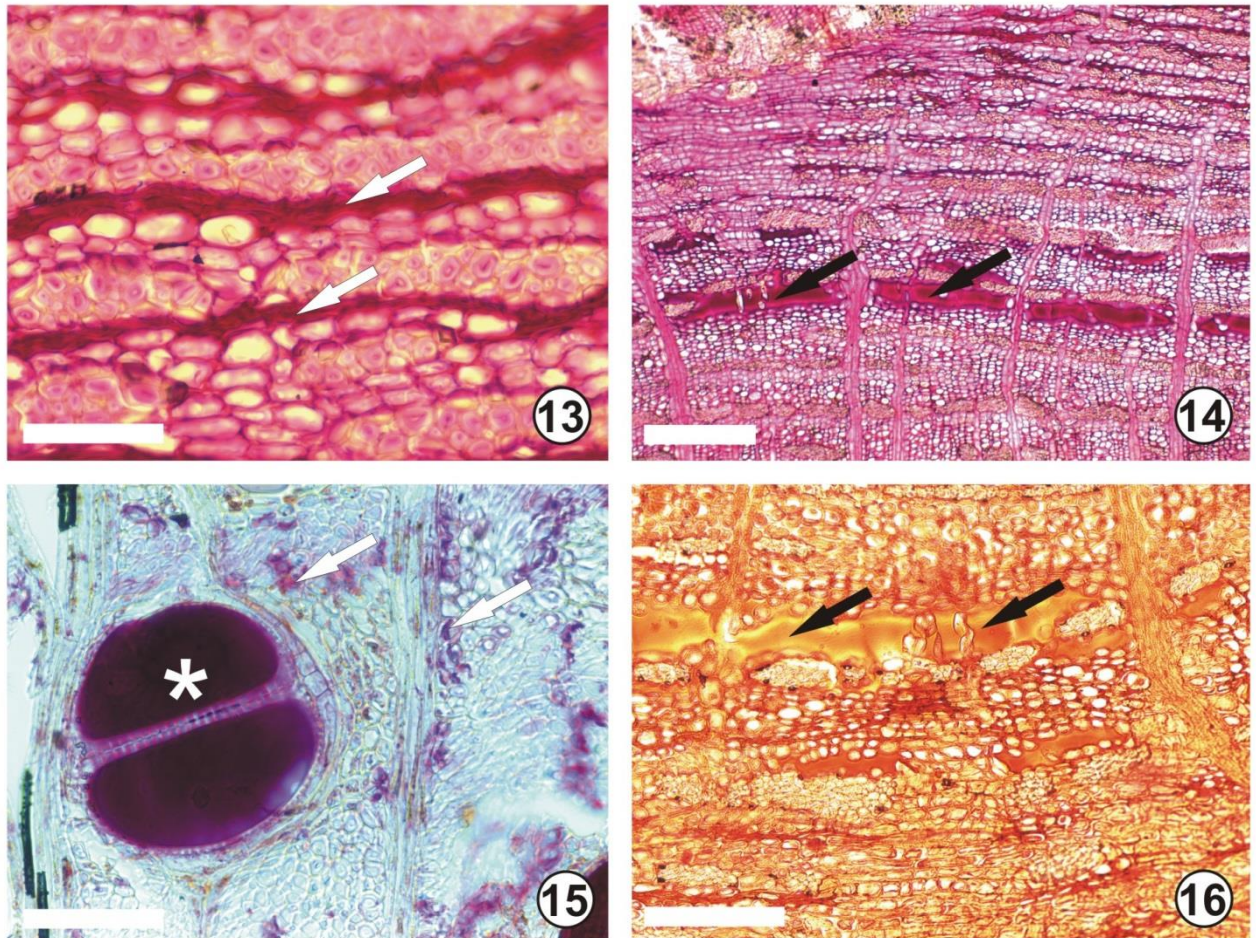


Figura 9-12. Cortes transversais (9, 10, 12) e longitudinais (11) de regiões injuriadas da casca de angico-vermelho. (9). Aspecto geral da casca evidenciando ductos (setas brancas), ductos traumáticos (setas pretas) e a periderme esscarificada pelos saguis (seta amarela). (10). Detalhe de ductos traumáticos (setas pretas) associados às fibras do floema secundário. (11). Detalhe do ducto traumático e das células epiteliais (*). (12). Detalhe do tecido de cicatrização abaixo da periderme com proliferação de células parenquimáticas com características meristemáticas (setas brancas). Abreviaturas – Pe = periderme; Fi = fibras; * = Câmbio vascular. Barras Figuras 9 = 550 μ m; 10, 11, 12 = 100 μ m.



Figuras 13-16. Caracterização histoquímica da secreção presente na casca de angico-vermelho. (13), (14) e (15). Reação positiva para polissacarídeos totais evidenciados por ácido periódico/reagente de Schiff (PAS). (13). Detalhe da secreção nos ductos (setas brancas). (14). Detalhe da secreção nos ductos traumáticos (setas pretas). (15). Detalhe da secreção obstruindo o elemento de vaso (*) e da secreção produzida pelo parênquima axial do xilema secundário. (16). Proteínas totais (setas pretas) evidenciadas por xilidine Ponceau. Barras nas Figuras = 13, 15 e 16 = 100 μm ; 14 = 400 μm .

Tabela 1. Composição química das secreções (matéria fresca) presente na casca de angico-vermelho, utilizadas como recurso alimentar por saguis híbridos no município de Viçosa, Minas Gerais.

Constituintes	Composição (%)
Água	41
Carboidratos totais	38,2
Carboidratos solúveis	11
Proteínas totais	19
Minerais	0,8
Outros	1
Total (%)	100

Tabela 2. Concentrações de minerais selecionados nas secreções (matéria fresca e seca) presente na casca de angico-vermelho, utilizadas como recurso alimentar por saguis híbridos no município de Viçosa, Minas Gerais.

Concentração		
Mineral	(mg/g Matéria fresca)	(mg/100g Matéria seca)
Cálcio	2,958	613,046
Cobre	0,009	2,097
Enxofre	0,402	82,879
Ferro	0,019	4,047
Fósforo	0,042	9,402
Magnésio	0,634	131,556
Manganês	0,082	18,255
Potássio	2,619	561,672
Sódio	0,945	196,31
Zinco	0,005	1,116

4. DISCUSSÃO

Diversos orifícios são realizados nos ramos das árvores de angico-vermelho pelos saguis híbridos. Foi observado que esses animais possuem preferência por determinados angicos ao invés de outros no mesmo local. Esse mesmo padrão foi encontrado para *Callithrix* (STEVENSON; RYLANDS, 1988) e para *Callithrix jacchus* (THOMPSON et al. 2013). Esse fato pode estar associado a diferenças específicas entre os indivíduos vegetais, como uma maior produção e qualidade nutricional de secreção, menor quantidade de metabólitos secundários, como tanino e maior proteção contra predadores. As árvores para a obtenção de goma estão próximas uma das outras e não tem uma relação com a territorialidade dos saguis conforme um único estudo com análise espacial detalhada com saguis comuns, *C. jacchus* (THOMPSON et al. 2013). Estes últimos autores sugerem mais estudos para determinar a preferência do uso de algumas árvores em detrimento de outras da mesma espécie.

O gênero *Callithrix* utiliza-se especializações na dentição inferior para a realização de orifícios na casca, alcançando os ductos de goma dos tecidos vegetais responsáveis pela secreção (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977; SUSSMAN; KINZEY, 1984; STEVENSON; RYLANDS, 1988), que, por sua vez, é componente fundamental de sua dieta (COIMBRA-FILHO et al., 1973; RIZZINI; COIMBRA, 1981; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et al., 1989; CÔRREA et al., 2000), havendo razões nutricionais para a ingestão desse tipo de recurso para a espécie (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977).

Semelhante ao observado por Nagy et al. (2000) e Franceschi et al. (2000), a periderme com a presença de compostos fenólicos e floema estratificado apresentando camadas de fibras podem ser consideradas como defesas constitutivas observadas para angico-vermelho (Figuras 5 a 14). Tanto a resistência das células esclerificadas, como a presença dos compostos fenólicos, podem eventualmente impedir, senão reduzir, o efeito de um eventual ataque por patógenos. Contudo, não impede a realização de injúrias mecânicas ou escarificações pelo primata.

A presença de goma deve ser considerada como outra forma de resistência química constitutiva (Figuras 9, 10, 11, 13, 14 e 16). A forte reação com PAS (Figuras 13, 14 e 15) é devido à presença de carboidratos. Estes carboidratos podem estar associados a compostos polifenólicos semelhante ao observado por Nagy et al. (2000) e Franceschi et al. (2000), com a função de proteção da planta. Por outro lado, o aumento da produção de goma constitui uma forma de defesa induzida do qual os híbridos de *Callithrix* se beneficiam com fins alimentares.

A presença de numerosos ductos secretores que ocorrem em fileiras tangenciais e descontínuas foi verificada na casca das árvores de angico-vermelho. Tais ductos são longos espaços intracelulares delimitados por um epitélio secretor, podem ser ramificados e estão associados às fibras do floema secundário. A presença de ductos secretores é uma característica relacionada a diversas famílias de plantas (FAHN, 1979; EVERT, 2006), variando quanto à distribuição no corpo vegetal, formato, número de camadas das células epiteliais, origem e modo de secreção (FAHN, 1979; EVERT, 2006).

Em adição aos ductos secretores que ocorrem naturalmente na casca de angico-vermelho, ductos traumáticos foram observados na casca de árvores injuriadas pelos saguis (na região dos orifícios). A presença de ductos traumáticos tem sido estudada em diversas espécies de plantas como resultado de injúrias ocasionadas por insetos ou patógenos (BABU; SHAH, 1987; BABU et al., 1987; SUBRAHMANYAM; SHAH, 1988; RAJPUT et al., 2009) entretanto, trabalhos relacionando a formação de ductos traumáticos como resultados de injúria por saguis são inexistentes.

Em coníferas, a formação de ductos resiníferos traumáticos (ALFARO, 1995; TOMLIN et al., 1998; FRANCESCHI et al., 2000) e a iniciação de uma periderme devido a injúrias (OVEN; TORELLI, 1994), dentre outros fatores, são reconhecidas respostas a ferimentos ou ataque de besouros e fungos. Respostas como a formação de ductos traumáticos (KURODA; SHIMAJI, 1983; CHRISTIANSEN et al., 1999; NAGY et al., 2000) e periderme devido a ferimentos (FAHN, 1990) envolvem mudanças complexas nos padrões de divisão celular e diferenciação.

Em gimnospermas, a formação de novos canais de resina foi estimulada entre duas e três semanas após o ataque de fungos, sendo referidos como

ductos resiníferos traumáticos (FRANCESCHI et al., 2005, ALFARO, 1995; ALFARO et al., 1996; TOMLIN et al., 1998; BYUN-MCKAY et al., 2003). O resultado final do desenvolvimento destes ductos traumáticos é o aumento da formação e acúmulo (MARTIN et al., 2002; MILLER et al., 2005) e aumento do fluxo da resina (FRANCESCHI et al., 2005) .

Os ductos traumáticos apresentam lumens maiores e irregulares, de formato oval, com camadas de células epiteliais não definidas quando comparados com os outros ductos secretores já presentes na casca. Tais características também foram observadas em *Sterculia urens* (Sterculiaceae) (SETIA, 1984).

Os ductos traumáticos de angico-vermelho possivelmente são originados a partir de iniciais cambiais derivadas das células mãe do floema secundário ou a partir de células parenquimáticas já diferenciadas no floema. A origem lisígena de todos os ductos secretores em angico está de acordo como o proposto para *Mangifera indica* (Anacardiaceae) (JOEL; FAHN, 1980a) que apresenta resquícios de citoplasma desorganizado no lume e de parede celular no lume do ducto e para *S. urens* (SETIA, 1984), que não apresenta camadas de células epiteliais definidas.

Os ductos traumáticos de goma-resina no xilema secundário de *Ailanthus excelsa* (Simaroubaceae) (BABU et al., 1987) e os ductos traumáticos de goma no floema secundário de *Moringa oleifera* (Moringaceae) (SUBRAHMANYAM; SHAH, 1988) são iniciados por autólise das células do parênquima axial. O lume de ambos os ductos são delineados por células epiteliais que eventualmente sofrem autólise e liberam seus conteúdos no ducto.

A secreção presente nos ductos e nos espaços intercelulares do parênquima axial do floema e do xilema secundário reagiu positivamente para polissacarídeos totais, pectinas e mucilagens, bem como para proteínas totais. A presença de polissacarídeos totais confirma que os ductos são secretores de goma. As gomas são compostos solúveis em água, possuindo polissacarídeos complexos de difícil digestão (NASH, 1986).

Os ductos traumáticos representam a maior fonte de secreção de goma durante sua liberação através dos orifícios. Injúrias mecânicas podem induzir a formação e ou o desenvolvimento de estruturas secretoras traumáticas

(ALFARO, 1995; TOMLIN et al., 1998; FRANCESCHI et al., 2000). Considerando a existência de plantas injuriadas e não injuriadas, é provável que a diferenciação dos ductos traumáticos de angico-vermelho esteja relacionada a fatores genéticos inerentes às plantas eleitas pelos saguis, além de fatores ambientais, e do próprio estímulo resultado do hábito alimentar dos primatas.

A secreção observada nos espaços intercelulares do parênquima axial do xilema secundário pode obstruir parcialmente ou totalmente os elementos de vaso do xilema secundário (Figura 15). Esta goma é oriunda de células do parênquima axial ou radial do xilema. A obstrução de vasos já foi observada em diversas espécies de plantas como resultado de injúrias mecânicas e de invasão de patógenos (BABU et al., 1987; RAJPUT et al., 2009). Possivelmente em angico-vermelho, a obstrução dos vasos também funcione como uma proteção ao ataque de micro-organismos e insetos, uma vez que os saguis fazem orifícios na casca que muitas vezes podem atingir o xilema secundário da planta.

Quanto à natureza química do secretado, foi encontrado um alto percentual de água, grande quantidade de carboidratos totais e proteínas, além dos minerais (Tabela 1). Resultados também observados para *Anacardium excelsum* (GARBER, 1984), *Acacia paniculata* e *Paulinia carpopodia* (PASSAMANI; RYLANDS, 2000). A presença de carboidratos totais e proteínas na goma estão de acordo com os obtidos na histoquímica. As secreções liberadas pelos ductos secretores que ocorrem normalmente na casca e os traumáticos consistem em uma resposta mais rápida da planta que selam os orifícios realizados pelos saguis, possivelmente protegendo contra ataque de micro-organismos e insetos.

Informações sobre a quantificação da composição química da maioria dos produtos secretados pelas plantas ainda é pouco conhecida e por consequência, questões relacionadas à importância deste recurso na dieta dos primatas permanecem em grande parte sem resposta. Sabe-se que os produtos secretados contêm água, carboidratos complexos e vários minerais que servem como substitutos nutricionais para alimentos sazonais (ANDERSON et al., 1972; BERDER; MARTIN, 1980; NASH, 1986; POWER, 1996; DE PAULA et al., 1997), além de quantidades ponderáveis de cálcio,

sugerindo as especializações para obtenção desse recurso alimentar por primatas do gênero *Callithrix* (STEVENSON; RYLANDS, 1988).

O percentual de água presente na secreção varia de espécie para espécie, e esse fator também pode estar relacionado ao clima na qual a espécie está inserida, assim como a idade apresentada pela planta. No presente estudo, o percentual de água na goma foi alto, similarmente ao encontrado para *Anacardium excelsum* (GABER, 1984) e para *Hancornia speciosa* (RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981). Embora a importância do conteúdo de água não tenha sido discutida para primatas, uma hipótese seria que a taxa de fermentação do substrato presente no aparelho digestório do animal tende a aumentar com solubilidade de água (VAN SOEST, 1994). Assim, a elevada solubilidade deve ajudar o processo fermentação, facilitando na extração de constituintes da secreção, como os carboidratos.

A concentração de carboidratos totais foi alta, quando comparado com os outros constituintes presentes na goma (Tabela 1). Apesar dos carboidratos presentes na secreção serem caracterizados como carboidratos complexos, ou seja, de difícil digestão para os animais (NASH, 1986; POWER, 1986), os carboidratos solúveis são considerados de fácil digestão (HLADIK et al., 1980). Como pode ser verificado neste estudo, 11% dos carboidratos são solúveis, o que implica em recursos prontamente disponíveis e de fácil digestão pelos animais.

A maior quantidade de carboidratos não-solúveis sugere a especialização no sistema gastrointestinal, caracterizada principalmente por um aumento no tamanho do ceco e cólon e presença de micro-organismos fermentadores nesses animais, que são necessários para a extração da energia presente na secreção (COIMBRA-FILHO et al., 1980; POWER; OFTEDAL, 1996). O restante da fração de carboidratos pode ser constituído por compostos como pectatos, amido, celulose, hemicelulose, glicosídeos, dentre outros, que observada à especialização do aparelho digestivo dos híbridos de sagui (COIMBRA-FILHO et al., 1980; CANTON et al., 1996; POWER; OFTEDAL, 1996), mesmo com menor rendimento energético resultado da fermentação, também pode ser utilizada como fonte de energia por estes animais.

Pode-se hipotetizar que a alta concentração de proteínas encontrada nas análises químicas está associada ao fato do hábito dos saguis urinarem nos orifícios, o que favoreceria o processo de fermentação por micro-organismos, aumentando o conteúdo de proteínas na secreção já liberada. Ainda, considerando a metodologia de estimativa do conteúdo de proteínas, a ureia da urina dos animais pode contribuir para resultados superestimados do conteúdo proteico da goma. São necessários o acompanhamento e estudos mais detalhados, juntamente com a coleta de secreção de injúrias artificiais, sem a intervenção dos primatas, para se determinar a constituição da goma de forma precisa, as inferências e desdobramentos da relação dos híbridos de *Callithrix* spp. com angico-vermelho. De qualquer modo, o resultado final é que a goma de angico também representa uma fonte de proteínas para os híbridos de *Callithrix*.

Os minerais cálcio, magnésio, potássio e sódio foram os que apresentaram concentrações elevadas nesse e em outros estudos (BEARDER; MARTIN, 1980; SMITH, 2000). Outras espécies de primatas, como *Galago senegalensis* e *Saguinus oedipus geoffroyi* utilizam gomas ricas em cálcio para equilibrar o balanço cálcio/fósforo (NASH, 1986). Cálcio, magnésio e potássio são considerados os principais para a dieta de primatas do gênero *Callithrix* (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977; SUSSMAN; KINZEY, 1984; NASH, 1986; STEVENSON; RYLANDS, 1988; FERRARI, 1993). Vários autores (BEARDER; MARTIN, 1980; GARBER, 1984; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SMITH, 2000) evidenciam a elevada proporção de cálcio como a razão principal da inclusão de produtos secretados na dieta destes animais. Como encontrado em outros primatas, o teor de cálcio parece ser importante para os *Callithrix* para a necessidade de um equilíbrio do metabolismo cálcio/fósforo originário da dieta em invertebrados (GARBER; TEAFORD, 1986).

5. CONCLUSÃO

- Ductos secretores ocorrem normalmente na casca do angico-vermelho, entretanto, ductos traumáticos também foram formados na casca em repostas as injurias causadas pelos saguis.

- Os ductos traumáticos são maiores quando comparados com outros ductos secretores que normalmente estão presentes na casca.
- Todos os ductos são secretores de carboidratos totais, confirmando a secreção de goma.
- A análise química demonstrou percentual de água, carboidratos totais, proteínas e minerais. Dentro os minerais o cálcio foi o mais abundante.
- Portanto, a secreção presente nos orifícios da casca de *A. peregrina* var. *peregrina* realizados pelos saguis pode ser considerada como fonte de carboidratos totais, proteína e de cálcio, implicando em um importante recurso alimentar para dieta dos saguis deste estudo.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pelo recurso cedido. Ao Laboratório de Anatomia e Morfogênese Vegetal, ao Laboratório de Biofísica e ao Laboratório de Propriedades Físicas da Madeira da Universidade Federal de Viçosa. Ao Márcio E. de Assis (Merrinho) pela ajuda nas coletas em campo. Ao Fausto Ferraz pela ajuda nas coletas dos exsudatos. Ao Joel Stanciola pelo auxílio na preparação das subamostras do material. Ao Sr. Carlos por todo suporte técnico nas análises química das secreções. E ao taxonomista José Martins Fernandes pela correta identificação da espécie em estudo.

7. REFERÊNCIAS

ALFARO, R.I. An induced defense reaction in white spruce to attack by the white-pine weevil, *Pissodes strobi*. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 25, p. 1725–1730, 1995.

ALFARO, R.I.; KISS, G.K.; YANCHUK, A. Variation in the induced resin response of white spruce, *Picea glauca*, to attack by *Pissodes strobi*. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 26, p. 967–972, 1996.

ANDERSON, D.W.M.; HENDRIE, A.; MUNRO, A.C. The amino acid and amino sugar composition of some plant gums. **Phytochemistry**, v.11, p.733-736, 1972.

ARAÚJO, F.S; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n. 1, p. 107-116, 2006.

BABU, A.M.; SHAH, J.J. Unusual tissue complexes formed in association with traumatic gum cavities in the stem of *Bombax ceiba* L. **Annals of Botany**, v. 59, n.3,p. 293-299, 1987.

BABU, S.P.S.; SARKAR, D.; GHOSH, N.K.; SAHA, A.; SUKUL, N.C.; BHATTACHARYA, S. Enhancement of membrane damage by saponins isolated from *Acacia auriculiformis*. **The Japanese Journal of Pharmacology**, v. 75, p. 451-454, 1987.

BAHIA. **Inventário de Plantas Medicinais do Estado da Bahia. Salvador**, Seplantec - Subsecretaria de Ciência e Tecnologia. 1979. 1201 p.

BEARDER, S.K.; MARTIN, R.D. Acacia gum and its use by bushbabies, *Galago senegalensis* (Primates: Lorisidae). **Internacional Journal Primatology**, v.1, p.103–128, 1980.

BRITO, M.F.; FRANÇA, T.N; OLIVEIRA, K.D.; CERQUEIRA, V. D. Estudos experimentais em coelhos com plantas cianogênicas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, p. 63-70, 2000.

BYUN-MCKAY, S.A.B.; HUNTER, W.L.; GODARD, K.-A.; WANG, S.W.; MARTIN, D.M.; BOHLMANN, J. PLANT, A.L. Insect attack and wounding induce traumatic resin duct development and gene expression of (-)-pinene synthase in *Sitka spruce*. **Plant Physiology**, v. 133, p. 368–378, 2003.

CANTON, J.M; HILL, D.M.; HUME, J.D.; CROOK G.A. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. **Comparative Biochemical Physiology**, v. 144, n. 1, p.1-8, 1996.

CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; FREDERICO, P.G.U.; CARVALHO, A.M.M.L.; VIDAURRE, G.B. Propriedades de chapas de aglomerados fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e ureia-formaldeído. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 521-531, 2009.

CARNEIRO, A.C.O; VITAL, B.R.; CASTRO, A.F.N.M.; SANTOS, R.C.S.; CASTRO, R.V. O.; PINHEIRO, M.A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 767-775, 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA-CNPQ/SPI. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.

CHARLES-DOMINIQUE P. **Ecology and behaviour of nocturnal primates**. London: Duckworth Press. 1977. 277 p.

- CHRISTIANSEN, E.; KROKENE, P., BERRYMAN, A.A.; FRANCESCHI, V. RKREKLING, T.; LIEUTIER, F.; LONNEBORG, A. Mechanical injury and fungal infection induce acquired resistance in Norway spruce. **Tree Physiology**, v.19, p. 399–403, 1999.
- COIMBRA-FILHO, A.F, ALDRIGHI, A.D., MARTINS, H.F. Nova contribuição ao restabelecimento da fauna do Parque Nacional de Tijuca. **Brasileira Florestal**, v. 4, p. 7–25, 1973.
- COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A. Exudate-eating, and the “short-tusked” condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In: KLEIMAN, D.G (Ed.) **The biology and conservation of the Callitrichidae**. Smithsonian Institution Press, Washington, 1977, p. 105-115.
- COIMBRA-FILHO, A.F.; ROCHA, N.C.; PISSINATTI, A. Morfofisiologia do ceco e sua correlação com o tipo odontológico em Callitrichidae (Platyrrhini, Primates). **Revista Brasileira Biologia**, v. 40, p.177-185, 1980.
- COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A.; CONSTABLE, I.D. *Callithrix flaviceps* (Thomas, 1903) recorded from Minas Gerais, Brazil (Callitrichidae, Primates). **Revista Brasileira Biologia** v. 41, p.141–147, 1981.
- CORRÊA, H.K.M.; COUTINHO, P.E.G.; FERRARI, S.F. Between-year differences in the feeding ecology of highland marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*) in south-eastern. **Brazilian Journal Zoology**, v. 252, p. 421–427, 2000.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas** (1961 - 1990). Brasília: 1992. 84 p.
- DE PAULA, R.C.M.; BUDD, P.M.; RODRIGUES, J.F. Characterization of *Anadenanthera macrocarpa* exudate polysaccharide. **Polymer International**, v. 44, p. 55-60, 1997.
- EVERT, R.F. Esau's Plant Anatomy, Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: their Structure, Function, and Development. **Annals of Botany**, v. 99, n.4, p. 785-786. 2006.
- FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. Academic Press, London. 1979. 320 p.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. 4th ed. Pergamon Press, Oxford. 1990. 588 p.
- FERRARI, S.J.; LOPES, M.A.; KRAUSE, E.A.K. Gut morphology of *Callithrix nigriceps* and *Saguinus labiatus* from Western Brazilian Amazonia. **American Journal of Physical Anthropology**, v.90, p.487–493, 1993.
- FRANCESCHI, V. R.; KROKENE, P.; KREKLING, T.; CHRISTIANSEN, E. Phloem parenchyma cells are involved in local and distant defense responses to fungal inoculation or bark-beetle attack in norway spruce (Pinaceae). **American Journal of Botany**, v. 87, n.3, p. 314–326, 2000.

- FRANCESCHI, V.R.; KROKENE, P.; CHRISTIANSEN, E.; KREKLING, T. Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. **New Phytologist**, v. 167, p. 353–376, 2005
- GARBER, P.A. Proposed nutritional importance of plant exudates in the diet of the Panamanian tamarin, *Saguinus oedipus geoffroyi*. **Internacional Journal Primatology**, v. 5, p. 1–15, 1984.
- GARBER, P.A.; TEAFORD, M.F. Body weights in mixed species troops of *Saguinus mystax mystax* and *Saguinus fuscicollis nigrifrons* in Amazonian Peru. **American Journal of Primatology**, v. 71, p. 331:336, 1986.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65 p.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.J.; DAVID, M.M. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. **Journal of Biological Chemistry**, v. 177, p. 751-756, 1949.
- HLADIK, C.M; CHARLES-DOMINIQUE, P.;PETTER, J.J. Feeding strategies of five nocturnal prosimians in the dry forest of the west coast of Madagascar. In: CHARLES-DOMINIQUE, P. (Ed): **Nocturnal Malagasy Primates**. New York: Academic Press, 1980. pp. 41-74.
- HOEHNE, F.C. **Plantas e Substâncias Vegetais Tóxicas e Medicinais**. São Paulo. "Graphicars", Departamento de botânica do Estado de São Paulo. 1939. 355p.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. Mc Graw Hill, New York. 1940.
- JOEL, D.M.; FAHN, A. Ultrastructure of resin ducts of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). I. Differentiation and senescence of the shoot ducts. **Annals of Botany**, v.46, n.2, p.225-23, 1980a.
- KURODA, K.K.; SHIMAJI, I. 1983. Traumatic resin canal formation as a marker of xylem growth. **Forest Science**, v. 29, p.653–659, 1983.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2008. vol.1. p. 286.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.deA. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum. 2002. 512 p.
- MARTIN, D.;THOLL, D.; GERSHENZON, J.; BOHLMANN, J. Methyl jasmonate induces traumatic resin ducts, terpenoid resin biosynthesis, and terpenoid accumulation in developing xylem of Norway spruce stems. **Plant Physiology**, v. 129, p. 1003–1018, 2002.

MARTINEZ, S. T.; ALMEIDA, M. R.; PINTO, A. C. Alucinógenos naturais: um voo da Europa medieval ao Brasil. **Química Nova**, v. 32, n.9, p. 2501-2507, 2009.

McMANUS, J.F.A. Histological and histochemical uses of periodic acid. **Stain Technology**, v. 23, p. 99-108, 1948.

MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição florística de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no Município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 26, n.4, p. 437-446, 2002.

MELO, L.C.O.; CRUZ, M.A.O.M.; FERNANDES, Z.F. Composição química de exsudados explorados por *Callithrix jacchus* e sua relação com a marcação de cheiro. In: SOUSA, M.B.C.; MENEZES, A.A.L. (Ed.). **A primatologia no Brasil**. vol. 6. Natal. 1997. p. 43-59.

MILLER, B.; MADILAO, L.L.; RALPH, S.; BOHLMANN, J. Insect-induced conifer defense: White pine weevil and methyl jasmonate induce traumatic resinosis, formed volatile emissions, and accumulation of terpenoid synthase and octadecanoid pathway transcripts in Sitka spruce. **Plant Physiology**, v.137, p. 369–382, 2005.

MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M. Caracterização da Madeira de Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (Benth) Speng) para Confecção de Móveis. **Brasil Florestal**, v. 23, p. 29-36, 2003.

MORIM, M.P. *Anadenanthera* In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/FB018072>>. Acesso em 20 out. 2012.

NAGY, N.E.; FRANCESCHI, V.; SOLHEIM, H.; KREKLING, T.; CHRISTIANSEN, E. Wound-induced traumatic resin duct development in stems of norway spruce (PINACEAE): anatomy and cytochemical traits. **American Journal of Botany**, v. 87, n.3, p. 302–313, 2000.

NASH, L.T. Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates. **Yearbook of Physical Anthropology**, v.29, p.113-137, 1986.

O'BRIEN, T.P.; MCCULLY, M.E. **The study of plant structure: principles and elected methods**. Termarcaphi Pty, Melbourne, Australia. 1981.

OVEN, P.; TORELLI, N. Wound response of the bark in healthy and declining silver firs (*Abies alba*). **IAWA Journal** 15: 407–415, 1994.

PASSAMANI M.; RYLANDS, A. B. Feeding behavior of Geoffroy's Marmosets (*Callithrix geoffroyi*) in an Atlantic Forest Fragment of South-eastern Brazil. **Primates**, v. 41, n.1, p. 27-38, 2000.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; SANTOS, F. A. M. Alterações florísticas e fitossociológicas da vegetação arbórea numa floresta estacional semidecidual em Viçosa- MG. **Revista Árvore**, n. 26, n.6, p. 743-749, 2002.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; MARCO-JUNIOR, P.; SANTOS, F.A.M.; SOUZA, A.L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.3, p. 407-423, 2004.

PAVIAANI, T. I.; JERONYMO, A.S. Canais secretores em *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 6, n. 1, p. 99-105. 1992.

PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S.S. L.; SANGALLI, A.; MUSSURY, R. M. Usos múltiplos de espécies nativas do bioma Cerrado no Assentamento Lagoa Grande, Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n.2, p. 126-136. 2012.

POWER, M.L.; OFTEDAL, O.T. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. **American Journal of Primatology**, v.40, p.131-144, 1996.

PREGNOLLATTO, W.; PREGNOLLATTO, N. P. **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. São Paulo: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 1985. 533 p.

RAJPUT, S.; JOSHI, V.D.; GUPTA, N.; KHAN, V.; SAXENA, A.K. Population dynamics of Phthiraptera on Indian Bank Myna, *Acridotheres ginginianus*. **Entomon**, v.34, n.2, p. 99-102, 2009.

RIZZINI, C.T. Plantas do Brasil. **Árvores e Madeiras Úteis do Brasil**. Manual de Dendrologia Brasileira. São Paulo, 1971. 294 p.

RIZZINI, C.T.; COIMBRA-FILHO, A.F. Lesões produzidas pelos saguis, *Callithrix p. penicillata* (E. Geoffroy, 1982), em árvores do cerrado (Callitrichadae, Primates). **Revista Brasileira de Biologia**, v.41, n.3, p. 579-583, 1981.

RODD, R. Snuff synergy: preparation, use, and pharmacology of yopo and Bonisteriopsiscaopi among the Piaroa of southern Venezuela. **Journal of Psychoactive Drugs**, v.34, p.273-279, 2002.

RYLANDS, A.B.; FARIA, D.S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: RYLANDS, A.B. (Ed.). **Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology**. Oxford University Press, Oxford, 1993. p. 263-271

SANGALLI, A.; VIEIRA, M. C.; ZARATE, N. A. H. Levantamento e caracterização de plantas medicinais nativas com propriedades medicinais em fragmentos florestais e de cerrado, em Dourados-MS, numa visão etnobotânica. **Acta Horticulturae**, v. 569, p. 173-184, 2002.

SCANLON, C.E., CHALMERS, N.R.; MONTEIRO DA CRUZ, M.A.O. Changes in the size composition and reproductive condition of wild marmoset groups

(*Callithrix jacchus jacchus*) in northeast Brazil. **Primates**, v. 29, p. 295-305, 1989.

SETIA, R. C. Traumatic gum duct formation in *Sterculia urens* ROXB. In response to injury. **Phyton**, v, 24 n. 2, p. 253-253

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa - Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 24, n. 4, p. 397-405, 2000.

SMITH A.C. Composition and proposed nutritional importance of exudates eaten by saddleback (*Saguinus fuscicollis*) and mustached (*Saguinus mystax*) tamarins. *Internacional Journal Primatology*, v. 21, p.69–83, 2000.

SMITH, A.C. Influences on gum feeding in primates. In: BURROWS, A.; NASH, L. (Ed.) **The evolution of exudativory in primates**. Springer, New York, 2010.p.109-122.

SOUTO, S.M.; FRANCO, A. A. ; CAMPELLO, E.F.C. Espécies selecionadas para arborização das pastagens no estado do Rio de Janeiro. **Pasturas Tropicales**, v. 26, n. 2, p. 31-47, 2004.

STEVENSON, M. F.; RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. In: MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A.; FONSECA, G. A. B. (Ed.) **Ecology and behavior of neotropical primates**. World Wildlife Fund, Washington, 1988. p. 131-222.

SUBRAHMANYAM, S.V.; SHAH, J. J. 1988. The metabolic status of traumatic gum ducts in *Moringa oleifera* Lam. **IAWA Bull**, v. 9, p. 187–195, 1988.

SUSSMAN, R.W.; KINZEY, W.G. The ecological role of the Callitrichidae. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 64, p. 49-419, 1984.

THOMPSON, C.L.; ROBL, N.J.; MELO, L.C.O; VALENÇA-MONTENEGRO, M.M.; VALLE, Y.B.M.; OLIVEIRA, M.A.B.; VINYARD, C.J. Spatial distribution and exploitation of trees gouged by common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Internacional Journal Primatology**, v. 34, p. 65-85, 2013.

TOKARNIA, C.H.; PEIXOTO, P.V.; BRITO, M.F.; DUARTE, M.D.; BRUST, L.A.C. Estudos Experimentais com Plantas Cianogênicas em Bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, p. 84-90, 1999.

TOMLIN, E.S.; ALFARO, R.I.; BORDEN, J.H.; HE, F.L. Histological response of resistant and susceptible white spruce to simulated white pine weevil damage. **Tree Physiology**, v. 18, p. 21–28, 1998.

TORTORELLI, L.A. **Maderas y bosques argentinos**. Buenos Aires: Editorial Acme, 1956.

VAN SOEST P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd edition. Ithaca, New York: Cornell University Press. 1994. 476 p.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

VIANELLO, R.L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 449 p.



© Talitha M. Francisco

CAPÍTULO III

Artigo 2

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA E TOPOGRÁFICA DAS ESCARIFICAÇÕES
FEITAS POR SAGUIS HÍBRIDOS EM ANGICO-VERMELHO**

FRANCISCO, T. M.¹; PICOLI, E. A. T.²; SILVA, I. O.³; BOERE, V.⁴

^{1,3,4}Departamento de Biologia Animal, ²Departamento de Biologia Vegetal,
⁴Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular. Universidade Federal
Viçosa. Av. P. H. Rolfs s/nº, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

O gênero *Callithrix* é especialista na aquisição de exsudatos por meio de orifícios realizados na casca das árvores com a denticção. A exsudativoria é um comportamento que permite a aquisição de nutrientes essenciais para a sobrevivência. No entanto, pouco se sabe sobre as preferências de aquisição de exsudato na árvore. O estudo das escarificações pode revelar aspectos relevantes da ecologia de saguis, tais como a preferência de espécie arbórea, local, tipos de substratos mais apropriados e padrões grupais de uso. Este estudo objetivou caracterizar a morfometria e a quantificação dos orifícios escarificados, em busca de respostas sobre pressões proximais ou distantes que possam estar influenciando a exsudativoria de saguis. O foco do estudo foi realizado em árvores utilizadas para obtenção de gomas por cinco grupos de saguis híbridos *C. penicillata* x *C. jacchus* (Jacpen) e *C. penicillata* x *C. geoffroyi* (Geopen) presentes em fragmentos florestais urbanos no município de Viçosa, MG. Após identificar as árvores, em cada um se coletou dados dendrométricos do fuste e da copa. Após a contagem dos orifícios, mensurou-se a altura, largura, profundidade e área plana de cada, classificando-os como ativo e não-ativo. A única espécie explorada (n=39) foi o angico-vermelho, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. var. *peregrina*. Foram contabilizados 8.765 orifícios, sendo 11% no fuste e 89% na copa. A copa externa, em relação à copa média e a copa interna, é a área preferencial de uso para a exploração de gomas, sugerindo preferência desses animais por ramos mais finos para aquisição de exsudatos. No entanto, foi observada uma correlação moderada a fraca entre a intensidade de exploração com o DAP e altura. A exploração de árvores com goma com DAP diferentes parece seguir um ciclo. Os orifícios ativos não apresentaram um padrão morfométrico por árvore, assim como, não apresentou um padrão para os cinco grupos estudados. Verificou-se que os orifícios feitos por grupos Geopen possuem áreas substancialmente maiores em relação aos orifícios feitos pelos grupos Jacpen, podendo estas variações estar ligados à origem genética entre os híbridos estudados. A espessura dos ramos da copa foi a variável que explicou um padrão de exploração de exsudatos pelos saguis. Neste estudo pode-se ressaltar a importância de *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* como espécie fornecedora de recurso alimentar para saguis híbridos (*Callithrix* spp.) sugerindo preferência de exploração apical, onde a espessura, a localização e a idade dos ramos foram as principais características desta zona da árvore envolvidas no processo de aquisição deste recurso.

Palavras-Chave: orifícios escarificados; *Callithrix*; *Anadenanthera peregrina*

ABSTRACT

The genus *Callithrix* is specialized on acquisition of exudates through holes made in the bark of trees with teeth. The exudativoria is a behavior allows the acquisition of essential nutrients for survival. However, little is known about the preferences of exudate acquisition in the tree. The study of the tree scars may prove relevant aspects of marmoset ecology, such as the tree preference, location, most suitable substrates, group and patterns of usage. The purpose of this study was to characterize the morphology and quantification of scarified holes, on searching of answers about distant or proximal pressures that may be influencing the exudativory in marmosets. The focus of the study was in the trees used for obtaining gums for five groups of hybrid marmoset's *C. penicillata* x *C. jacchus* (Jacpen) and *C. penicillata* x *C. geoffroyi* (Geopen), living in urban forest fragments of Viçosa, MG. After identifying the trees, dendrometric data was collected including stem and crown. After counting the holes, measured the height, width, depth and area of each orifice, classifying them as active and non-active. The only exploited species (n = 39) was the angico-vermelho, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. var. *peregrina*. 8.765 holes were counted, 11% in the stem and 89% in the canopy. The external canopy is the preferred area of use for the exploitation of gums, suggesting marmosets prefers thinner branches for acquisition of exudates. A moderate correlation was observed between the low intensity of exploitation with DBH and height. The exploitation of gum trees with different DBH classes seems to follow a cycle. The active holes were not a standard morphometric indices each tree, and did not provide a unique standard for the five groups. It was found that the holes made by Geopen groups have areas substantially greater in relation to the holes made by Jacpen groups; these variations may be linked to a genetic origin among the hybrids. The thickness of the canopy branches was the variable that explained a pattern of exploitation of exudates by marmosets. In this study, we can highlight the importance of *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* species as a supplier of food resource for hybrid marmosets (*Callithrix* spp.) suggesting apical preference exploration, where the thickness, location and age of the branches were the main features for marmoset acquisition of this resource.

Keywords: scarified holes; *Callithrix*; *Anadenanthera peregrina*

1. INTRODUÇÃO

Duas predições estão relacionadas à escarificação em árvores por saguis: a primeira supõe à utilização como local de marcação de cheiro (STEVENSON; RYLANDS, 1988; CANALE et al., 2008). A segunda, à utilização como fonte de gomas, um recurso alimentar consumido diariamente por algumas espécies. Se os animais selecionam árvores exsudativas primariamente como recurso alimentar, espera-se que a escolha seja de acordo com a sua distribuição, a taxa de exsudação e o valor nutritivo do exsudato ou ainda pela facilidade de roer (NASH, 1986; SCANLON et al., 1991). Fatores da árvore e do animal, ainda por serem mais bem elucidados, interagem para determinar a exsudativoria de saguis. Esse estudo foca no aspecto alimentar da relação entre os saguis e os orifícios de goma.

Os exsudatos constituem importante recurso alimentar para a família Callitrichidae, especialmente para o gênero *Callithrix*, ainda que frutos e insetos sejam componentes comuns na dieta desses primatas (SUSSMAN; KINZEY, 1984; STEVENSON; RYLANDS, 1988). O grau de consumo de exsudatos dentro da família é variado (SUSSMAN; KINZEY, 1984; HARRISON; TARDIF, 1994; POWER, 2010). Os gêneros *Callithrix*, *Cebuella* e *Mico* são os únicos especializados na aquisição de exsudatos. Os outros gêneros, *Saguinus*, *Leontoptheus*, *Callimico* e *Calibela* não possuem tal especialidade e alimentam-se do exsudato de forma oportunista (COIMBRA-FILHO, 1971; 1972; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1976; 1977; STEVENSON; RYLANDS, 1988; RYLANDS; FARIA, 1993; ROSENBERGER, 2010; HOGG et al., 2011). Para *Callithrix* e *Cebuella* o forrageio por exsudatos pode representar 30 a 67% da alimentação respectivamente, em oposição de 12% para *Saguinus* e *Leontoptheus* (POWER; OFTEDAL, 1996).

Os gêneros especialistas são exploradores obrigatórios de exsudatos (NASH, 1986; HARRISON; TARDIF, 1994). O critério para essa classificação baseia-se na presença de determinadas características funcionais para a aquisição de exsudatos. Vários estudos tem discutido a morfologia funcional na dentição inferior nesse gênero (HILL, 1957; NAPIER; NAPIER, 1967; HERSHKOVITZ, 1977; NOGAMI; NATORI, 1986; NATORI; SHIGEHARA, 1992), sobre os ossos do aparato mastigatório (VINYARD et al, 2003;

VINYARD; RYAN, 2006) arquitetura do músculo da mandíbula (TAYLOR; VINYARD, 2004; ENG et al., 2009; TAYLOR et al., 2009), que em conjunto, são adaptações que possibilitam a realização de orifícios que induzem ativamente o fluxo de exsudatos (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1976; COIMBRA-FILHO et al., 1980; MELO, 1985; FERRARI; MARTINS, 1992). Estudos do sistema digestório de saguis sugerem uma digestão especializada para fermentação, uma vez que o ceco e cólon são desproporcionalmente maiores do que o resto do corpo, em uma perspectiva alométrica (COIMBRA-FILHO et al., 1980; FERRARI; MARTINS 1992; FERRARI, 1993). A fermentação por microorganismos é indispensável na extração da energia de polissacarídeos complexos, como os exsudatos das escaras provocadas por saguis (CANTON et al., 1996; POWER; OFTEDAL, 1996).

Muitos estudos sobre a utilização de exsudato como recurso alimentar demonstram grandes implicações na ecologia e na organização social em primatas (NASH, 1986; STEVENSON; RYLANDS, 1988; FERRARI; LOPES FERRARI, 1989; HARRISON; TARDIF, 1994; RUIZ-MIRANDA et al., 2006). Exsudatos são fontes de nutrientes e energia para todos os membros do grupo, com exceção dos filhotes amamentados. A previsibilidade de quantidades periódicas de gomas, diariamente, confere uma vantagem competitiva para esses primatas que são relativamente muito exigentes em energia devido ao seu pequeno tamanho (NASH, 1986). Espécies mais gomívoras podem permanecer em áreas de uso menores e assegurarem no longo prazo, recursos previsíveis e mais ou menos constantes. A disponibilidade de gomas, portanto, favorece o uso social de um recurso alimentar. Além do metabolismo, parece haver impacto da gomivoria na evolução de propensões psicológicas. Estudo recente evidencia que a exsudativoria de saguis implica em diferenças psicológicas entre espécies, como a evolução de paciência (STEVENS et al., 2005).

Os exsudatos podem ser produzidos por uma variedade de plantas em repostas a um dano patológico causado por animal (invertebrado ou vertebrado), por um estado doentio da planta ou por fatores ambientais (GLICKSMAN, 1969; ADRIAN; ASSOUMANI, 1983). As principais famílias botânicas exploradas por *Callithrix* para obtenção desse recurso alimentar são Anacardiaceae, Vochysiaceae e Fabacea (RYLANDS; FARIA, 1993; SMITH,

2010). Na família Fabaceae, as espécies que compõem o gênero *Anadenanthera* são comumente observadas como gomíferas, tendo destaque as espécies *Anadenanthera colubrina* (= *A. macrocarpa*) (COIMBRA-FILHO et al., 1973; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et al., 1989) e *Anadenanthera peregrina* (COIMBRA-FILHO et al., 1981; RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981; CORREA et al., 2000).

Entretanto, esta interação ainda carece de estudos mais específicos para elucidar os processos ecológicos, principalmente aqueles envolvidos na intensidade, na forma de exploração do exsudato e na preferência de aquisição desse tipo de recurso alimentar. Ainda, não estão claras quais as pressões que moldariam as características morfométricas dos orifícios feitos pelos saguis nas cascas das árvores exploradas.

Apesar das características morfométricas dos orifícios para obtenção de exsudatos poder fornecer importantes informações do comportamento seletivo, forrageador e mecânico dos saguis, não existem estudos sistemáticos e amplos a respeito. Essas informações são importantes para uma compreensão das relações, dos fatores comportamentais e ecológicos entre as espécies arbóreas utilizadas para escarificação e os primatas pertencentes ao gênero *Callithrix*. Dessa forma, este estudo teve como objetivo caracterizar a morfometria e a quantificação dos orifícios escarificados, em busca de respostas sobre pressões seletivas para a expressão de um comportamento capital para a sobrevivência e socialidade de espécies de *Callithrix*. O foco do estudo foi à topografia e morfometria de orifícios feitos por cinco grupos de saguis híbridos (*Callithrix* spp.) em angico-vermelho, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. var. *peregrina*, em fragmentos florestais no município de Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo e animais

O estudo foi realizado em partes das áreas de uso de cinco grupos de saguis, cada um com seis a doze saguis híbridos com características intermediárias de *C. geoffroyi* cruzados com *C. penicillata* (Geopen) e *C. jacchus* cruzados com *C. penicillata* (Jacpen) (Tabela 1). Nós assumimos que

cada área é ocupada quase exclusivamente por um grupo estável embora migrações de saguis entre áreas adjacentes possam ocorrer.

As áreas de estudo são fragmentos florestais urbanos, situadas no campus da Universidade Federal de Viçosa, Município de Viçosa, MG, denominados: Reserva da Biologia (20°45'34.71"S, 42°51'57.84"W); Fragmentos da Vila Gianetti, representados pelas localidades: Casa 18 (20°45'13.85"S, 42°52'26.90"W); Casa 36 (20°45'11.16"S, 42°52'16.80"W); Casa 50 (20°45'22.28"S, 42°52'23.81"W) e Mata da Silvicultura (20°46'17.41"S, 42°52'37.03"W) (Figura 1), em altitudes que variam de 675 a 709 m, compostos por remanescentes de Mata Atlântica com diferentes graus de conservação (SILVA et al., 2000; MEIRA-NETO; MARTINS, 2002; PAULA et al., 2002; PAULA et al., 2004).

Tabela 1. Composição, características dos cinco grupos de saguis híbridos. Identificação de angico-vermelho escarificados e total desses para cada grupo de saguis híbridos estudados no município de Viçosa, Minas Gerais.

Grupos	Características híbridas	Número de saguis			Total árvores/grupos
		Adultos	Filhotes	Identificação árvore	
Casa 18	Jacpen	7	2	24, 26	2
Casa 36	Geopen	6	2	51, 52, 53	3
Casa 50	Geopen	6	2	2, 7, 8, 10, 11, 13, 22 23, 27, 29, 30, 31, 60	13
Mata Silvicultura	Jacpen	5	1	55, 56, 57, 58, 59 61, 62, 63, 64, 65, 66	11
Reserva Biologia	Geopen	12	NI	33, 34, 35, 36, 37 40, 46, 48, 49, 50	10

*NI: Não identificado

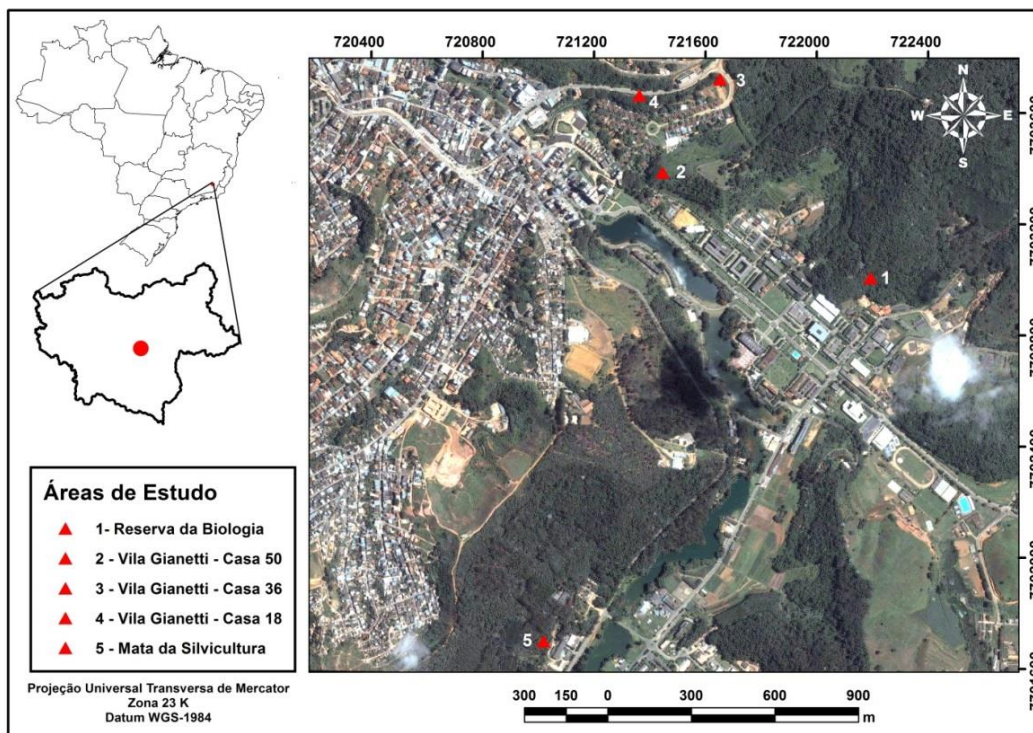


Figura 1. Mapa de localização dos fragmentos florestais urbanos estudados, Campus da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

A formação florestal é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO et al., 1991), com influencia do clima Cwb segundo a classificação Köppen (GOLFARI, 1975; DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992) com verões chuvosos e invernos frios e secos. A precipitação média anual é de 1.221 mm e a temperatura média de 19 °C (VIANELLO, 1991; DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992).

2.2 Amostragem e coleta de dados

Em todos os cinco fragmentos florestais foram encontrados e marcados setenta e uma árvores com vestígios de escarificações ativas e não-ativas realizadas pelos saguis para obtenção de exsudatos (Figuras 2, 3, 4 e 5). Dessas, trinta e nove foram amostradas entre os meses de abril e junho de 2012. A espécie arbórea gomífera selecionada para este estudo foi o angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* var. *peregrina*), devido ao grande número de escarificações observadas sobre esta espécie, fato não observado em nenhuma outra espécie arbórea nos fragmentos florestais estudados. Esta

observação foi obtida durante excursões de campo que antecederam a realização deste estudo. Todas as árvores amostradas foram marcadas com placas de alumínio sequencialmente numeradas, sendo mensurados os dados dendrométricos que refletem o tamanho dos indivíduos, como a altura total de cada árvore por meio de um hipsômetro (Suunto PM-5, Finlândia) e o diâmetro medido a 1,3 m de altura do solo (DAP) com auxílio de uma fita diamétrica.

Os indivíduos amostrados foram distribuídos em intervalos de classes de 10 m para altura e 10 cm para o DAP, calculados através da fórmula de intervalos de classe, adaptado de Spiegel (1976), como segue:

$$IC = (A / NC) * 2$$

Onde:

IC = intervalo de classe;

A = amplitude; e

NC = número de classes, onde:

$NC = 1 + 3,3 * \log(n)$, sendo “n” o número de indivíduos.

Desta forma, foram obtidas quatro classes para altura e seis para DAP.

Figura 2-5. Indivíduos de angico-vermelho. (2) sendo escarificado por saguis híbridos (3, 4 e 5) escarificações.



Considerando padrões estruturais do angico-vermelho, as árvores foram divididas em duas zonas ecológicas distintas: fuste e copa (GIONGO; WAECHTER; 2004) (Figura 6), sendo a copa subdivida em três segmentos: Copa interna, copa medial e copa externa, de acordo com Johansson, (1974). De acordo Kersten; Waechter (2011) a copa interna engloba a primeira bifurcação da copa, composta por ramos mais velhos, grossos e protegidos; a copa medial é a transição entre os ramos da copa interna com os da copa externa; e a copa externa engloba os ramos mais novos, finos e expostos (Figura 7). Todos os orifícios ativos e não-ativos presentes nos fustes foram contabilizados. Para a copa, devido às dificuldades operacionais e por

segurança no trabalho, foi necessária uma readequação da metodologia. Assim, foram contabilizados e mensurados os orifícios ativos até um diâmetro limite, o qual variou em função do tamanho dos ramos. Além disso, foram mensurado o diâmetro basal, diâmetro distal e a distância total dos ramos da copa amostrada (Figura 8), sendo posteriormente encontrado um diâmetro médio dos ramos amostrados.

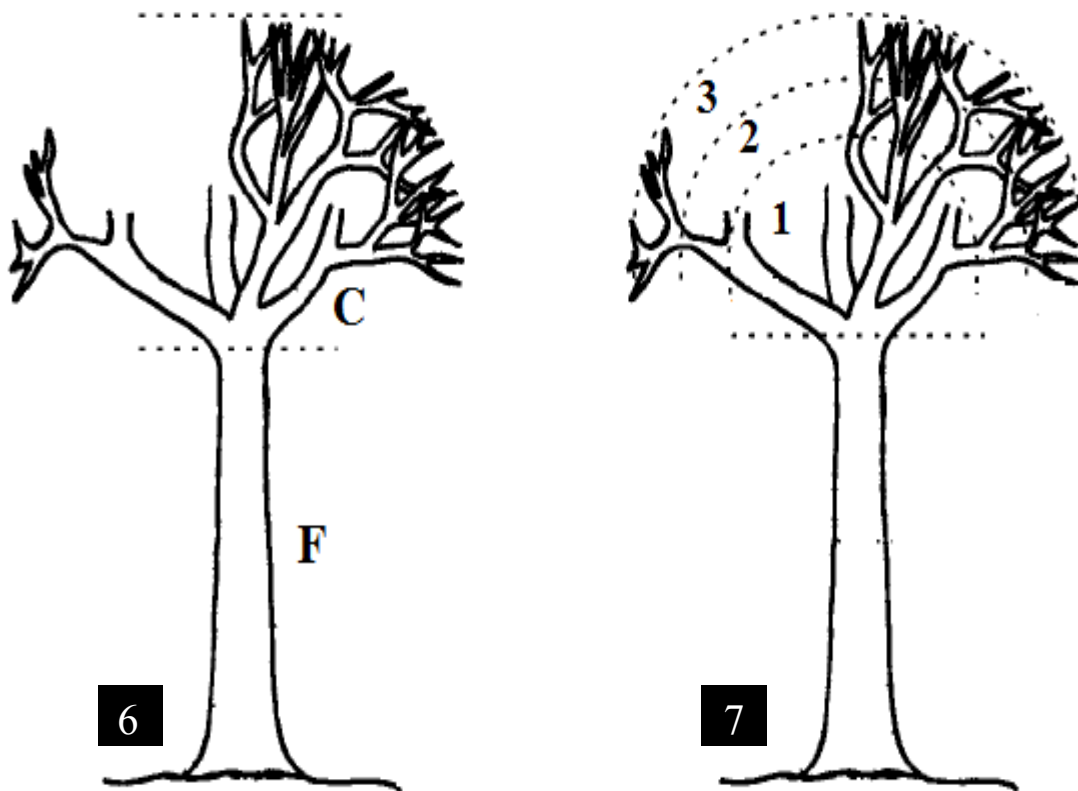


Figura 6-7. Desenho esquemático ilustrando a divisão em angico-vermelho. (6): Divisão em duas zonas ecológicas (F – Fuste; C – Copa); (7): Divisão da copa segmentada em três zonas (baseada em JOHANSSON, 1974) (1 - copa interna; 2 - copa medial; 3 - copa externa).

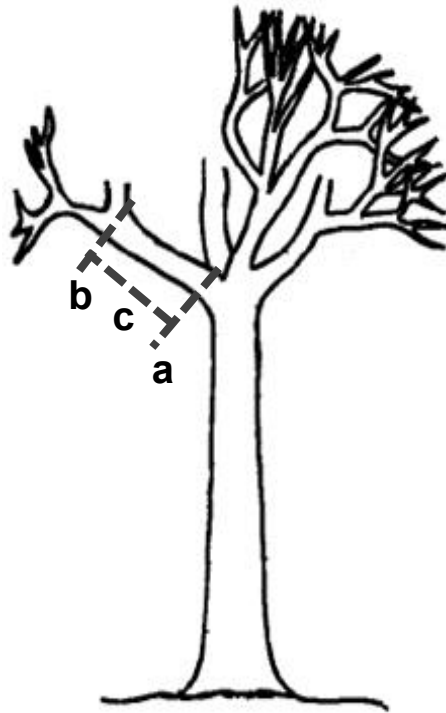


Figura 8. Desenho esquemático ilustrando a forma de amostragem da copa em angico-vermelho. (a) diâmetro da base; (b) diâmetro distal; (c) distância total amostrada.

Deste modo, contabilizou-se e mensurou-se um percentual dos orifícios nas copas das árvores. O percentual dos orifícios nas copas foi avaliado e, posteriormente, estimado o total de orifícios nesta zona. Todos os trinta e nove angicos-vermelho amostrados tiveram os segmentos da copa interna e a copa medial amostrado. Contudo, somente vinte tiveram a copa externa amostrada, uma vez que esse segmento é composto por ramos mais finos o que compromete a segurança do coletor.

No momento das medições, os orifícios foram classificados em dois grupos: ativos e não-ativos: Os orifícios ativos, não apresentam em seu interior nenhum vestígio de tecidos de cicatrização e aparentemente estavam sendo utilizados pelos animais (Figura 9) e os orifícios não-ativos, apresentam tecido de cicatrização em seu interior, não sendo mais utilizados pelos animais (Figura 10). Para os orifícios ativos (Figura 9), foram obtidos os dados morfométricos por meio de um paquímetro digital (Mitoyo, Brasil), registrando-se os parâmetros: altura (até onde ocorreria escarificação na casca em um traçado vertical); largura (até onde ocorreria escarificação na casca em um traçado

horizontal); e profundidade (obtida na porção mais funda do orifício, fazendo-se uma perpendicular da casca ao fundo do orifício) (Figura 11), sendo também registradas a presença (Figuras 12 e 13) ou ausência de exsudato (Figuras 14 e 15). Todos os orifícios foram contados, inclusive os que continham tecido de cicatrização e que não estavam sendo utilizados pelos animais.

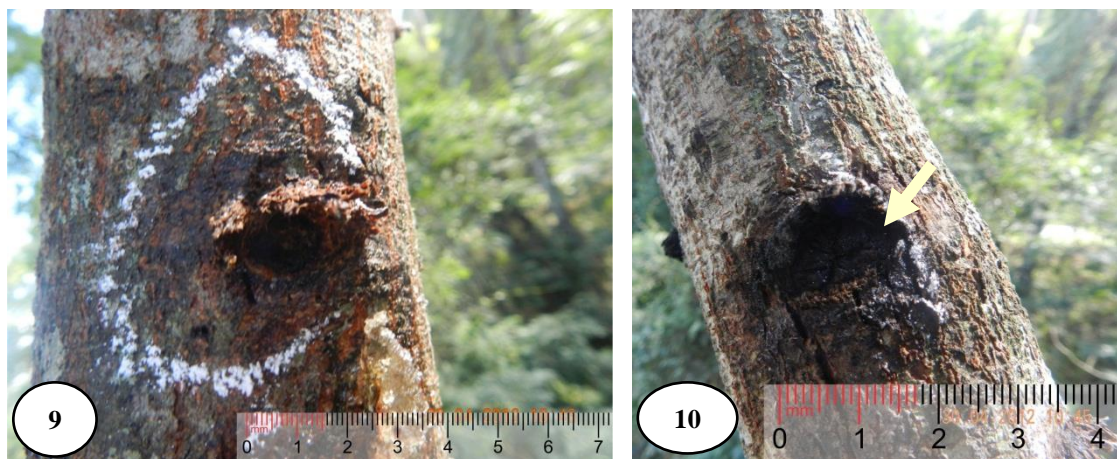


Figura 9-10. Orifícios escarificados por saguis híbridos em indivíduos de angico-vermelho. Figura (9) orifício ativo; (10) orifício não-ativo. Seta branca indicando presença tecido de cicatrização.

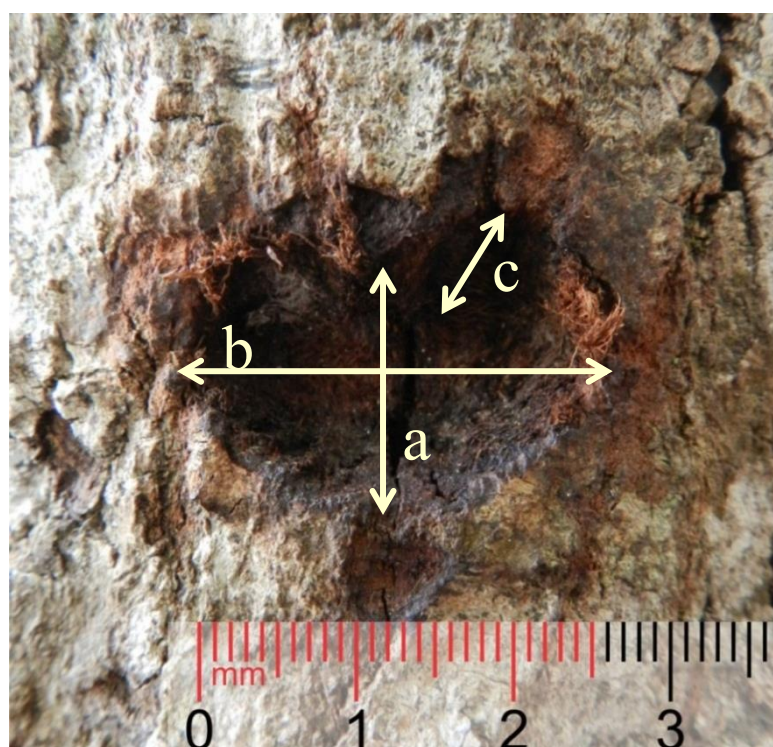


Figura 11. Vista frontal de um orifício escarificados por sagui híbrido em angico-vermelho. Setas brancas mostram os dados morfométricos mensurados. (a) altura; (b) largura e (c) profundidade dos orifícios.

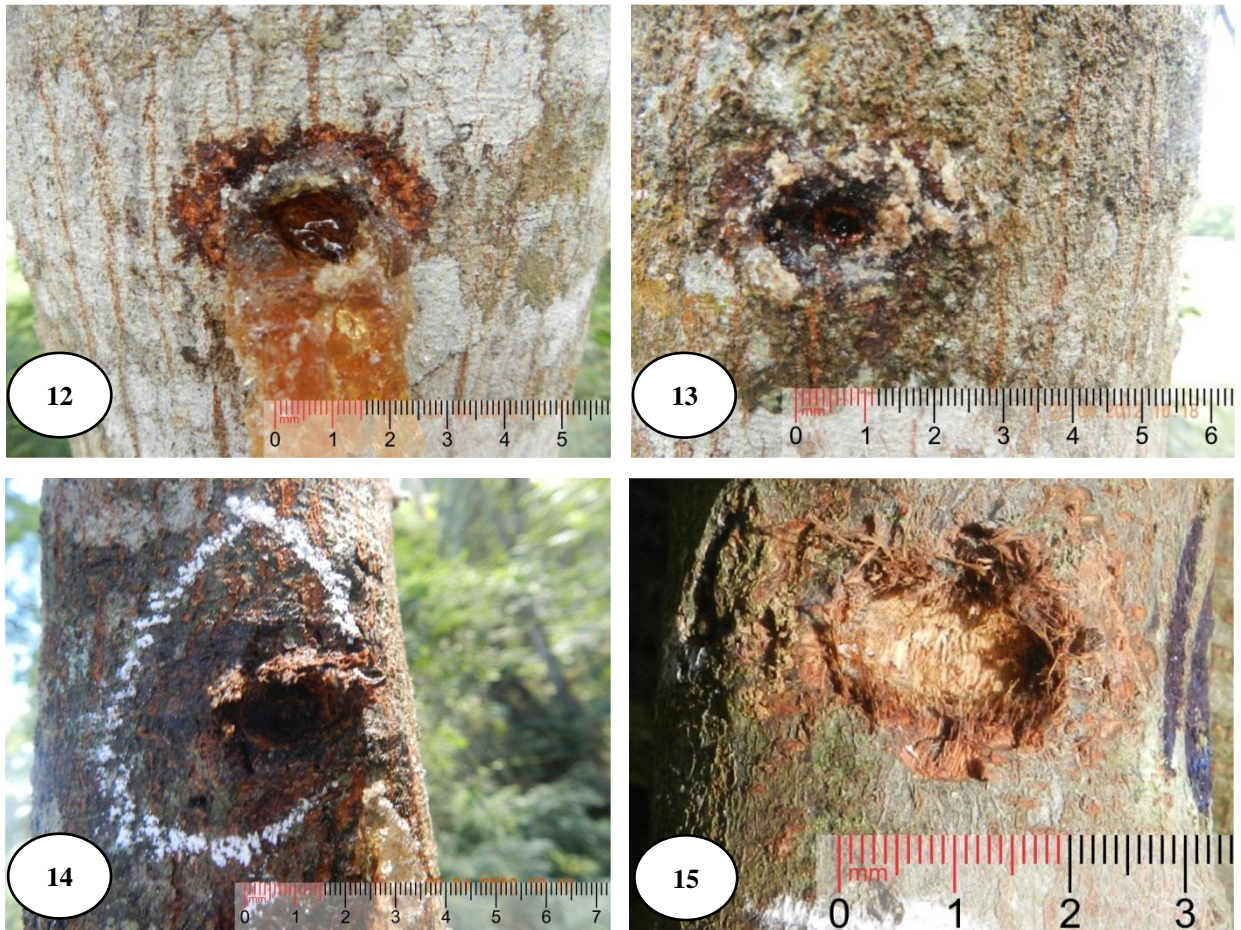


Figura 12-15. Orifícios escarificados por saguis híbridos em indivíduos de angico-vermelho. Figuras (12 e 13) orifícios ativos com exsudatos; (14 e 15) orifício ativo sem exsudatos.

Em análises preliminares, observamos maior abundância de orifícios na copa em relação ao fuste. Assim, análises de morfometria foram concentradas somente nos orifícios ativos ocorrentes nesta zona uma vez que estes mostram um retrato mais presente do que está acontecendo com os grupos quanto à exploração de exsudatos. Os orifícios não-ativos são uma história passada da relação dos animais com a árvore. Como os grupos podem variar em número de indivíduos, categorias etárias e sexuais, o foco do estudo foi mais próximo do comportamento do grupo atual.

Como foi demonstrado pelas análises e discussão no capítulo anterior, a exsudação ocorre em canais secretores presentes na casca. Desta forma, decidimos mensurar a área de superfície dos orifícios ativos presentes na casca, que representa o local onde os canais secretores de goma podem ser estimulados. Essa estimulação depende do raspar feito tanto na altura como na

largura do orifício, visto que a profundidade pode não representar um parâmetro que indique o fluxo de exsudato.

A fórmula para estimar a área de um orifício em um tronco ou galho, que nesse caso assemelha-se a um círculo, é dada pela seguinte fórmula:

$$Ac = \frac{\pi * Ho * Lo}{2}$$

Onde:

Ac = é a área dos orifícios escarificada na casca;

π = é uma constante (3,1416);

Ho = é a altura do orifício (mm);

Lo = é a largura do orifício (mm).

A fórmula poderia ser aplicada se a elipse fosse perfeita, uma característica nos orifícios que nossas observações indicaram que não (Figuras 9 a 15). Há várias formas das bordas dos orifícios que se aproximam de uma forma elipsóide ou em muitos casos, mais retangulares. Considerando que o objetivo não é determinar precisamente o tamanho mas a comparação entre as áreas dos orifícios, assumimos que a fórmula poderia ser modificada sem alterar o resultado das comparações.

Como π (PI) é uma constante, o cálculo da área do orifício foi mensurado através da seguinte fórmula:

$$Ac = Ho * Lo$$

Desta forma, assumimos que a fórmula é apropriada frente à execução do estudo, com medidas da distância da altura e da largura. Esta fórmula é o cálculo da área de um retângulo, que em nosso caso é uma aproximação da área dos orifícios. Efetivamente, há uma correlação forte entre a área de um quadrado (um retângulo perfeito) sobreposto a um círculo perfeito. O resultado dessa última fórmula é um “Índice de Área”, que não representa a rigor a área do orifício escarificado. Doravante, o índice de área será denominado nesse estudo apenas como “área” (Ao).

Para a quantificação e mensuração morfométrica dos orifícios escarificados as árvores foram acessadas com técnicas e equipamentos de escalada em rocha adaptada ao estudo do dossel (PERRY, 1978) o que permitiu a coleta de dados nas partes mais altas e inacessíveis das árvores.

2.3 Análises dos dados

Para os dados quantitativos, aplicou-se um teste de Qui-quadrado para avaliar se o número de orifícios ativos difere entre as classes de altura (01F-10m) e (30F-40m), e para averiguar se havia diferenças entre os três segmentos da copa (copa interna, copa medial e copa externa) em relação ao número total de orifícios (ativos e não-ativos). A análise de variância (ANOVA) foi empregada para aferir se as classes de diâmetros médios desses segmentos da copa foram diferentes. Quando observado diferenças significativas entre estes, foi aplicado um teste *post hoc* de Tukey para identificar os pontos que apresentaram diferenças.

Para conhecer a relação entre a quantidade de orifícios totais, o DAP e a altura da árvore, aplicou-se um teste de correlação de Pearson.

Para os dados morfométricos, foi aplicado o teste T de Student (amostras independentes) para verificar se as áreas dos orifícios diferem entre as porções fuste e copa e entre os grupos com características híbridas Geopen e Jacpen.

A análise de variância (ANOVA) foi empregada para aferir se a área dos orifícios difere-se em relação aos cinco grupos de saguis híbridos estudados, entre as seis classes de diâmetros médios dos ramos da copa e entre os três segmentos da copa. Foi aplicado um teste *post hoc* de Tukey.

Em todas as análises, o nível de significância foi igual ou menor do que 5% com distribuição bicaudal. Todas as análises estatísticas foram obtidas com o auxílio de um pacote estatístico (SPSS 17.0 for Windows).

3. RESULTADOS

3.1 Topografia

Dos setenta e um angicos-vermelho onde pode se constatar escarificações por saguis, trinta e dois não puderam ser amostrados devido à presença de um emaranhado de cipós (n=13), por estarem com a copa morta (n=5) ou ainda, por serem de difícil acesso e alto risco para amostragem (n=14).

Na tabela 2 estão descritas a altura e o DAP, além dos resultados da quantificação dos orifícios nos trinta e nove indivíduos de angico-vermelho. A maioria dos angicos explorados pelos saguis encontra-se na classe DAP 40 (35-45 cm) (Figura 16) e na classe de altura 25(20-30 m) (Figura 17). Foi observada uma correlação moderada a fraca entre a quantidade de orifícios totais e os dados dentrométricos, DAP ($r^2= 0,530$) e altura ($r^2=0,435$).

Trinta e oito árvores apresentaram orifícios na copa; dessas, vinte e uma continham também orifícios no fuste. Nas duas zonas ecológicas, foram contabilizados 8.765 orifícios, sendo 970 (11%) orifícios no fuste e 7.795 (89%) orifícios na copa (Tabela 2). O número total de orifícios por árvore variou de 8 a 2.288. Os orifícios no fuste apresentaram-se mais abundantes na classe de DAP 20 (15-25 cm). A partir desta classe, houve diminuição gradativa no número de orifícios, até que estes não foram mais encontrados a partir da classe DAP 50 (45-55 cm). Na copa, a maior abundância foi registrada na classe DAP 40 (35-45 cm) (Figura 18).

Tabela 2. Dados dendrométricos e número de orifícios escarificados por saguis híbridos em angico-vermelho, no município de Viçosa, Minas Gerais.

Árvore	Dendrometria		Número de orifícios		Avaliação da copa (%)	Copa corrigida*	Total
	Altura (m)	DAP (cm)	Fuste	Copa			
2	18,5	17,41	161	117	20	585	746
7	7,5	7,80	14	3	30	10	24
8	15,0	33,42	0	440	30	1467	1467
10	35,5	30,88	44	128	20	640	684
11	21,9	21,96	16	122	30	407	423
13	6,9	6,84	8	0	0	0	8
22	29,0	41,06	19	514	40	1285	1304
23	10,0	17,35	17	15	30	50	67
24	21,4	28,81	32	130	20	650	682
26	28,5	64,94	0	262	30	873	873
27	14,9	21,33	0	34	10	340	340
29	26,5	42,50	0	249	40	623	623
30	19,0	20,69	0	114	40	285	285
31	15,8	42,34	16	166	25	664	680
33	24,2	56,66	0	415	35	1186	1186
34	23,5	43,13	0	104	20	520	520
35	25,0	42,81	0	355	40	888	888
36	31,0	50,29	6	461	40	1153	1159
37	27,0	43,93	0	1162	70	1660	1660
40	25,1	36,29	0	84	30	280	280
46	24,4	43,29	0	107	40	268	268
48	22,0	40,11	10	216	30	720	730
49	27,1	47,75	0	639	40	1598	1598
50	30,0	42,65	0	86	50	172	172
51	7,7	19,04	0	28	40	70	70
52	23,0	44,56	0	572	25	2288	2288
53	26,2	34,70	0	72	10	720	720
55	19,0	20,69	66	66	40	165	231
56	15,1	14,48	0	27	30	90	90
57	10,2	14,80	0	18	40	45	45
58	11,0	12,00	18	13	50	26	44
59	10,8	14,64	19	28	20	140	159
60	10,0	24,71	11	120	45	267	278
61	15,4	30,08	48	430	30	1433	1481
62	11,3	16,87	275	228	30	760	1035
63	9,8	19,10	82	87	40	218	300
64	10,0	11,78	16	16	50	32	48
65	4,2	9,23	5	53	50	106	111
66	9,5	16,55	87	114	30	380	467

*Estimativa do número de orifícios de acordo com a amostragem real da copa.

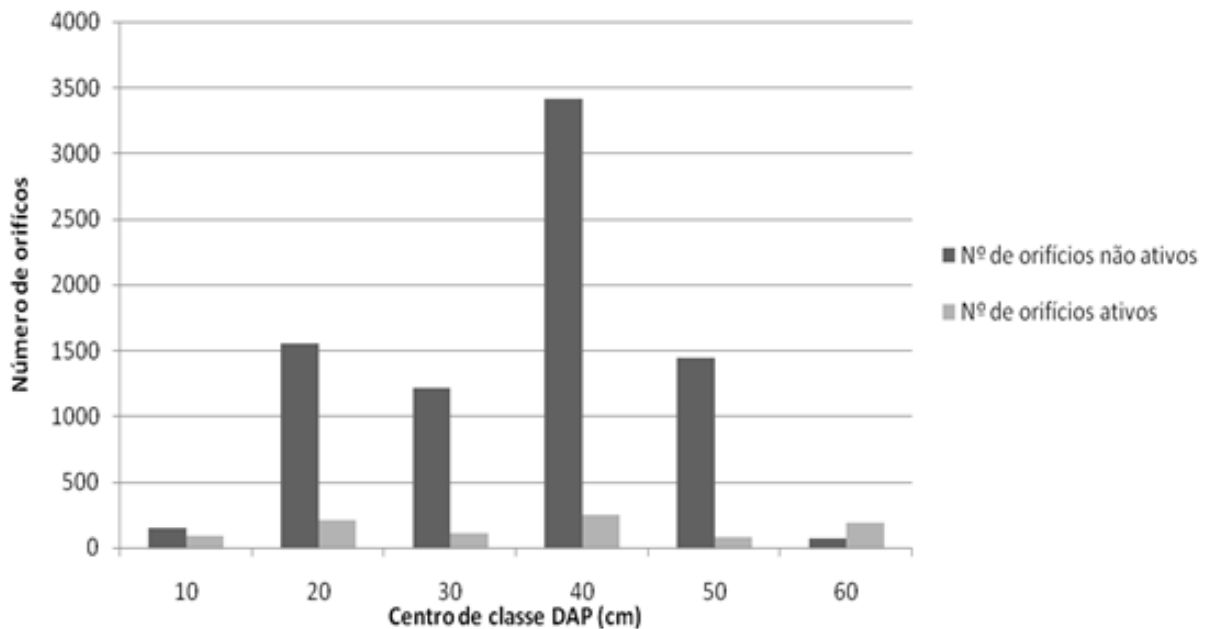


Figura 16. Número de orifícios ativos e não-ativos escarificados pelos saguis híbridos em relação ao DAP em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. Classe de diâmetro com intervalo de dez centímetros e número de indivíduos de angico-vermelho presentes em cada classe: 10 (5f-15cm) (n=8); 20 (15f-25cm) (n=11); 30 (25f-35 cm) (n=5); 40 (35f-45cm) (n=11); 50 (45f-55cm) (n=3); 60 (55f-65 cm) (n=1).

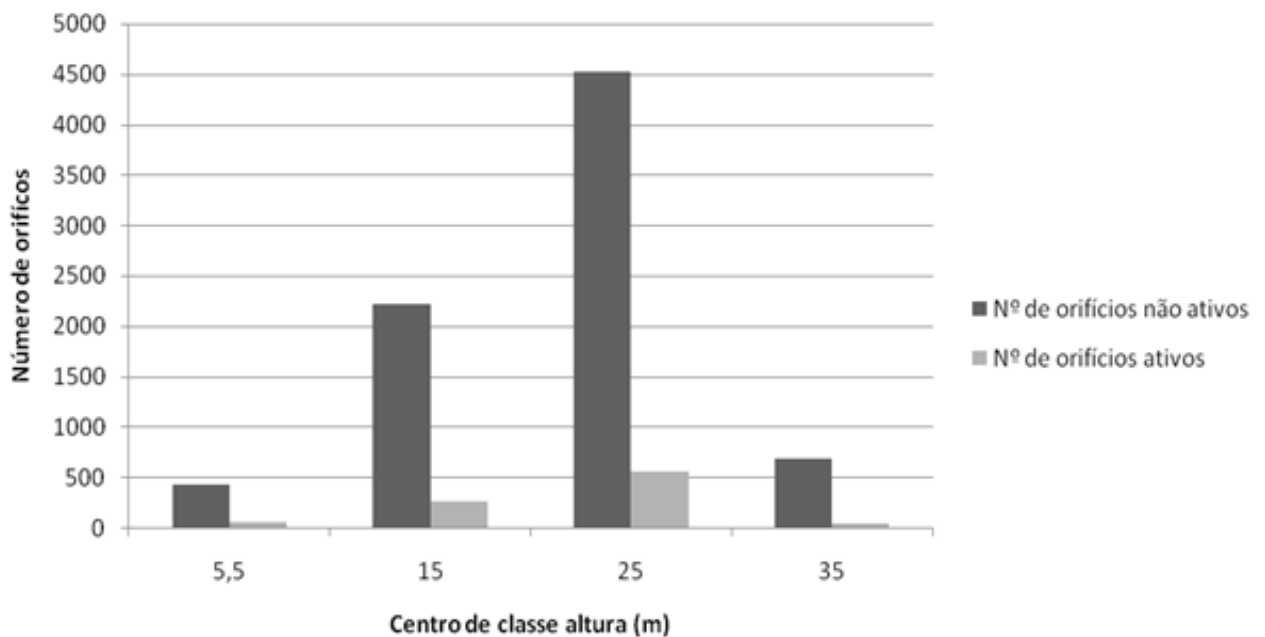


Figura 17. Número de orifícios ativos e não-ativos escarificados pelos saguis híbridos em relação altura total em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. Classe de altura com intervalo de dez metros e número de indivíduos de angicos-vermelho presentes em cada classe: 5,5 (0f-10m) (n=6); 15 (10f-20m) (n=15); 25 (20f-30m) (n=15); 35 (30f-40) (n=3).

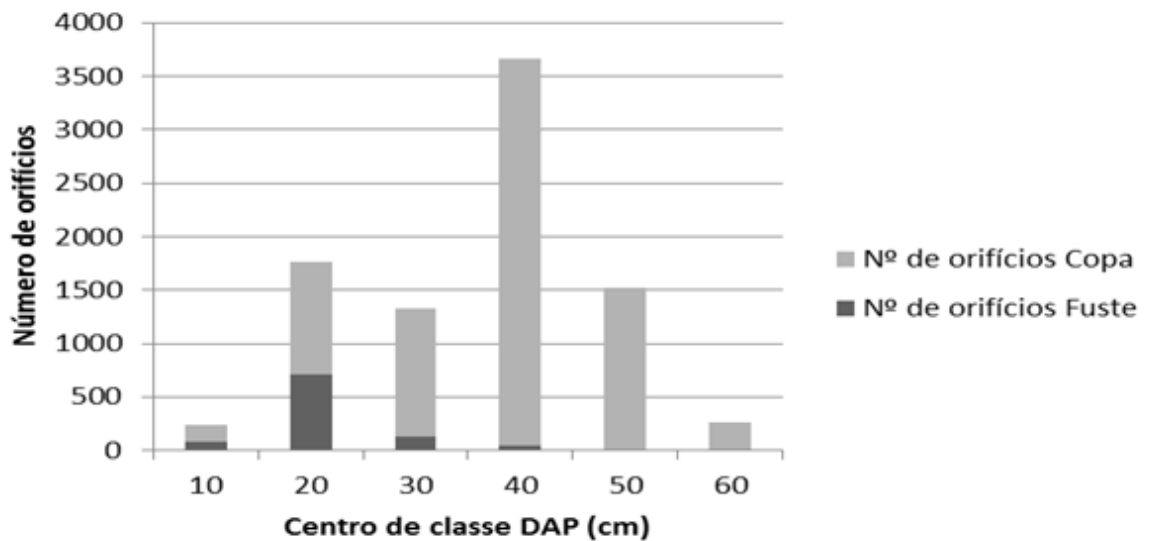


Figura 18. Número de orifícios escarificados pelos saguis híbridos no fuste e na copa em relação ao DAP em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. Classe de diâmetro com intervalo de dez centímetros e número de indivíduos de angico-vermelho presentes em cada classe: 10 (5-15cm) (n=8); 20 (15-25cm) (n=11); 30 (25-35 cm) (n=5); 40 (35-45cm) (n=11); 50 (45-55cm) (n=3); 60 (55-65 cm) (n=1).

Nas seis classes de DAP encontraram-se diferenças substanciais na porcentagem de orifícios não-ativos em relação aos ativos, com maior representatividade dos orifícios não-ativos em todas as classes 10 (63%), na classe 20 (88%), na classe 30 (92%), na classe 40 (93%), na classe 50 (95%). Exceção foi observada na maior classe DAP 60, representada por um único indivíduo (árvore 26), onde os orifícios não-ativos neste indivíduo foram encontrados em menor porcentagem do que os orifícios ativos (28% contra 72% respectivamente).

Quando somente os orifícios ativos foram agrupados por classe de DAP, observa-se uma alternância entre um pico e um nadir de frequência de orifícios (Figura 19). A maior ocorrência de orifícios ativos não se encontra distribuída em uma faixa exclusiva de DAP, mas em árvores com classe de DAP de 20, 40 e 60. Essas ocorrências maiores se alteram com as menores ocorrências nas classes adjacentes de DAP: 10, 30 e 50.

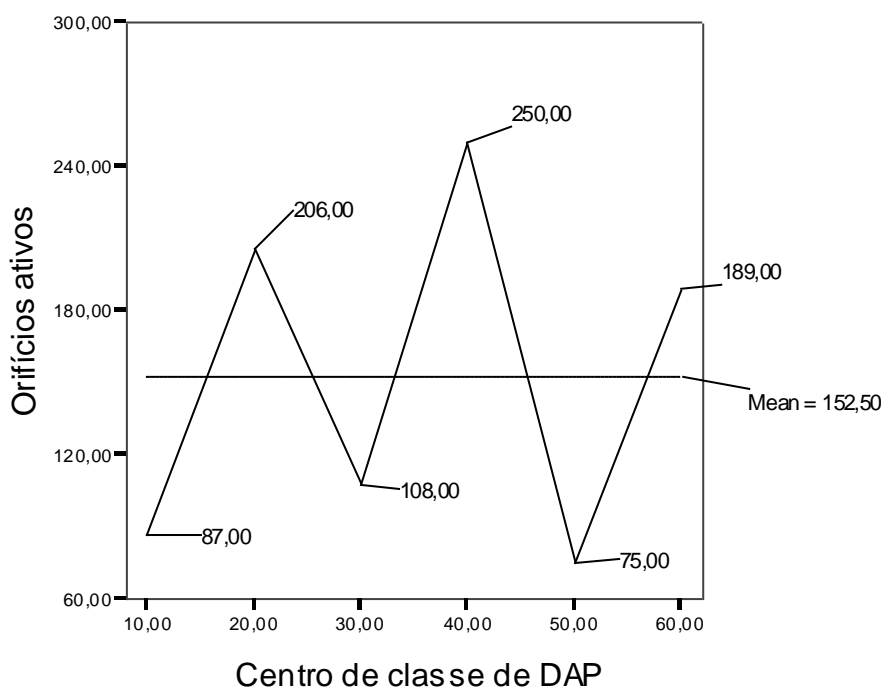


Figura 19. Frequência de orifícios ativos distribuídos por DAP em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais estudados, no município de Viçosa, Minas Gerais. A linha média transversal à coordenada indica a média da frequência total dos orifícios. Classe de diâmetro com intervalo de dez centímetros e número de indivíduos de angico-vermelho presentes em cada classe: 10 (5-15cm) (n=8); 20 (15-25cm) (n=11); 30 (25-35 cm) (n=5); 40 (35-45cm) (n=11); 50 (45-55cm) (n=3); 60 (55-65 cm) (n=1).

Assim como observado para o DAP, as quatro classes de altura também apresentaram diferenças substanciais na porcentagem de orifícios inativos em relação aos ativos. A porcentagem de orifícios inativos foi maior em todas as classes de altura 5,5 (88%), 15 (89%), 25 (89%) e na classe 35 (94%).

Comparando a frequência com que ocorreram orifícios ativos, houve algumas diferenças entre as classes de altura. Na classe 25 se observou a maior frequência de orifícios ativos em relação a todas as outras (Figura 17). A seguir, na classe 15 observou-se uma frequência de orifícios ativos significativamente menores em relação à classe 15, mas foi substancialmente maior em relação às frequências das classes 5,5 e 35 ($p < 0,05$). As classes de alturas menores e maiores não diferiram quanto à frequência de orifícios ativos ($\chi^2 = 1,0$; $p > 0,05$).

A preferência pela copa na aquisição de exsudatos pelos saguis híbridos é bem evidente (Tabela 2 e Gráfico 18). A utilização entre os três segmentos da copa (copa interna; copa medial e copa externa), representada pela comparação percentual de uso, é significativamente diferente ($\chi^2=143,38$; $p<0,001$). A copa externa é a área preferencial de uso para a exploração de gomas, representando 48% do total; seguido de uma utilização intermediária na copa medial (30%) e uma exploração menor para a copa interna (22%) (Figura 20).

Analisando-se o diâmetro médio dos galhos explorados em cada segmento da copa, observou que há diferenças significativas entre elas (ANOVA, $gl=2$, $F=53,45$, $p<0,001$). A copa externa possui diâmetro médio ($32,19\pm0,95\text{cm}$) significativamente menor ($p<0,001$) para ambos os segmentos da copa, copa medial ($39,36\pm1,33\text{cm}$) e copa interna ($53,30\pm2,03\text{cm}$). O diâmetro médio da copa medial é significativamente maior do que o diâmetro médio da copa interna ($p<0,001$).

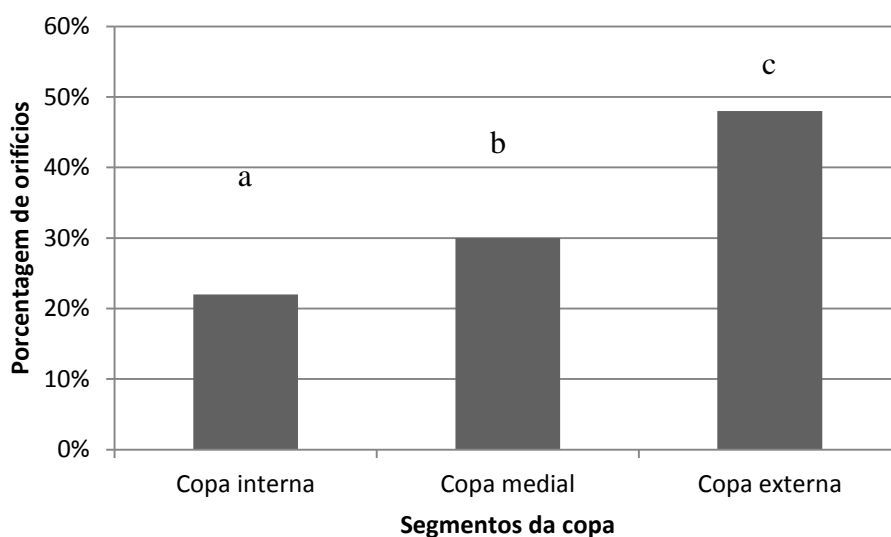


Figura 20. Porcentagem de orifícios presentes nos segmentos da copa em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais, no município de Viçosa, Minas Gerais. Letras diferentes sobrepostas às colunas indicam uma diferença significativa (Qui-quadrado; $p<0,001$).

3.2 Morfometria

Foram quantificados 810 (89%) orifícios ativos presentes na copa e 105 (11%) orifícios presentes no fuste. Os orifícios ativos não apresentaram um padrão morfométrico para a mesma espécie gomífera como seria esperado (Tabela 3). Na própria árvore, os orifícios da copa são diferentes dos orifícios do fuste. Além do reduzido número de orifícios, o fuste possui áreas dos orifícios significativamente menores do que as áreas dos orifícios da copa (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação das áreas dos orifícios escarificados por saguis híbridos presentes no fuste e na copa de angico-vermelho (teste T; $t = - 6,277$, $p < 0,001$) ($n=915$).

Parâmetro	Zona árvore		Média (mm ²)
		Nº orifícios	±Erro padrão
Área dos orifícios	Fuste	105	146,89 ± 47,91
	Copa	810	227,78 ± 130,88

Como fora antes determinado, a análise de padrões e pressões que determinam possíveis diferenças e semelhanças entre os orifícios escarificados, será focada na copa. Como foi justificado, na copa há uma prevalência de uso na exploração de exsudatos, devido a maior frequência de orifícios ativos (89%) em relação ao fuste (11%).

Os orifícios da copa foram diferentes entre os cinco fragmentos florestais estudados (ANOVA; $gl = 809$; $F = 126,657$; $p < 0,001$), exploradas cada, por um único grupo de saguis. Com um teste *post hoc* de Tukey, observou-se que as áreas dos orifícios representados pelo grupo da Casa 18 se assemelham às áreas dos orifícios do grupo da Casa 50, porém possuem áreas dos orifícios diferentes dos demais grupos (Casa 36, Reserva da Biologia e Mata da Silvicultura). O mesmo ocorre com o grupo da Casa 50. Todos os demais grupos (Casa 36, Reserva da Biologia e Mata da Silvicultura) possuem áreas dos orifícios escarificados diferentes (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação entre os cinco grupos de saguis híbridos e às áreas dos orifícios escarificados nos ramos da copa de angico-vermelho. Teste de Tukey, post hoc ($p < 0,001$) ($n = 810$).

Grupos de saguis	Híbridos	Nº orifícios	Média (mm ²) ±Erro padrão
Casa 18	Jacpen	212	187,12 ^{ab} ± 4,07
Casa 36	Geopen	90	265,48 ^c ± 8,82
Casa 50	Geopen	183	171,53 ^{ab} ± 4,83
Reserva Biologia	Geopen	212	352,44 ^d ± 11,75
Silvicultura	Jacpen	113	132,38 ^e ± 4,27

Letras sobrescritas iguais representam grupos semelhantes, ou seja, sem diferenças estatísticas e letras diferentes representam diferenças significativas.

Como a miscigenação entre espécies resulta em animais com algumas características fenotípicas relacionadas às espécies parentais em diferentes proporções (HEERSHKOVITZ, 1977), aventou-se a possibilidade de que as possíveis diferenças na morfometria dos orifícios estariam ligadas às características ao patrimônio gênico de saguis híbridos Geopen e Jacpen. As árvores da Casa 36, Casa 50 e Reserva da Biologia são exploradas por saguis híbridos do tipo Geopen. As árvores dos fragmentos florestais da Casa 18 e da Mata da Silvicultura são exploradas por saguis híbridos do tipo Jacpen. A área média (±erro padrão) dos orifícios realizados por grupos Jacpen e de Geopen, é de $168,09 \pm 60,65\text{mm}^2$ e $268,04 \pm 149,33\text{mm}^2$, respectivamente.

Quando comparadas às áreas dos orifícios para os grupos híbridos Geopen e Jacpen (Figura 21), fica evidenciado que os grupos Geopen possuem áreas dos orifícios substancialmente maiores do que o grupo Jacpen (teste T; $t = -11,49$, $p < 0,001$).

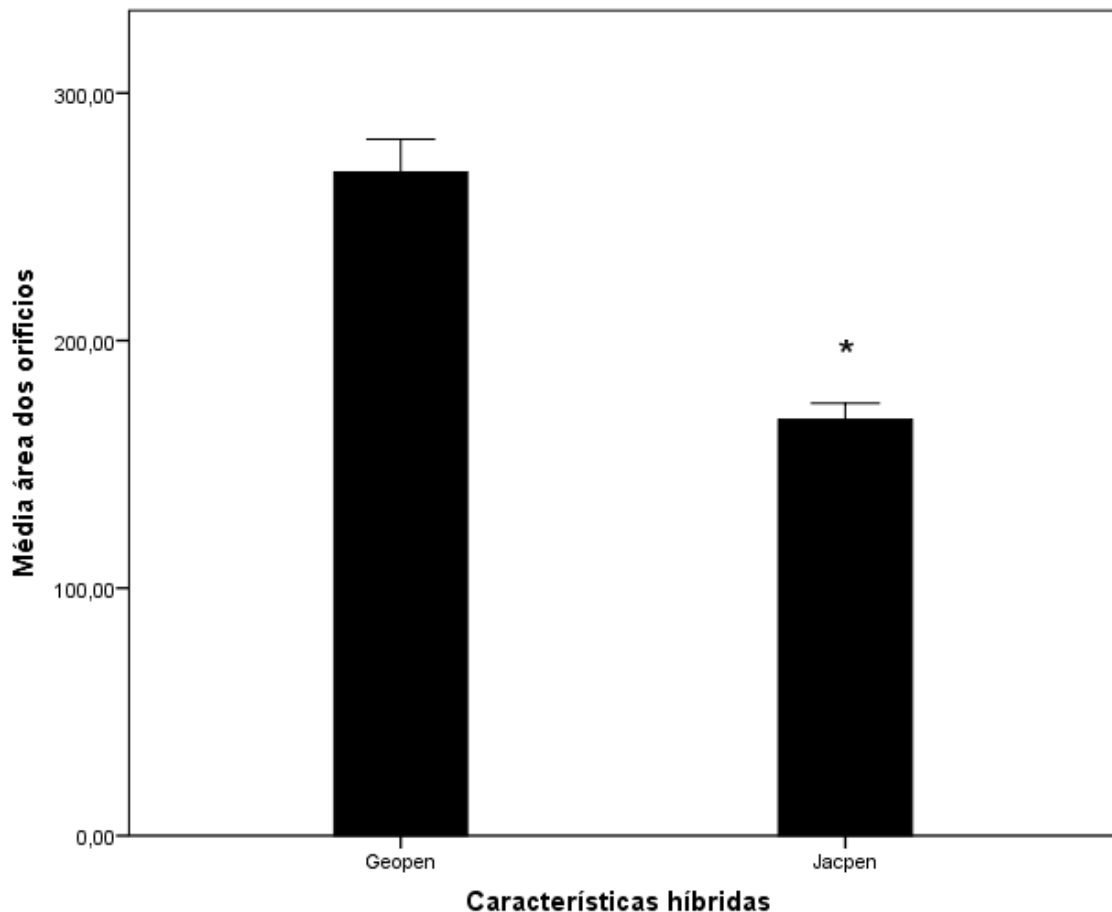


Figura 21. Média das áreas dos orifícios escarificados em angico-vermelho em relação às características híbridas (Jacpen e Geopen), no município de Viçosa, Minas Gerais. *indica uma diferença significativa (teste T; $p < 0,001$).

As variáveis dendrométricas também podem explicar porque há diferenças na exploração de exsudatos. Três padrões dendrométricos foram analisados nesse contexto: a altura da árvore, o DAP e o diâmetro médio dos ramos da copa explorado. O DAP e a altura seriam justificáveis por serem padrões específicos relacionados a uma maior disponibilidade de área a ser explorada pelos saguis. O DAP correlaciona-se positivamente à altura (Correlação de Pearson; $r^2=0,65$, $p < 0,01$).

Os diâmetros médios dos segmentos da copa foram agrupados em classes distribuídas em quartis de um histograma. Ao analisarmos tais classes de diâmetros médios em relação às áreas dos orifícios verificamos que esses apresentam diferenças e (ANOVA; $gl= 809$; $F= 18,33$, $p < 0,001$) e semelhanças (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação entre às áreas dos orifícios escarificados e as classes de diâmetros dos ramos da copa e de angico-vermelho. Teste de Tukey, post hoc (n=810).

Diâmetro médio dos ramos (cm)	Nº orifícios	Média (mm ²) ± Erro padrão
Finos1	209	189,55 ^a ± 8,11
Finos2	195	200,73 ^a ± 7,95
Grossos1	205	260,49 ^b ± 9,40
Grosso2	201	261,04 ^b ± ±10,09

Finos1 (< 7,32); Finos2 (7,32 - 10,50); Grosso1 (10,50 - 14,32) e Grossos2 (≥ 14,32).
Letras sobrescritas iguais representam grupos semelhantes, ou seja, sem diferenças estatísticas.

A comparação entre os diâmetros dos ramos evidenciou uma semelhança entre os ramos mais finos (1 e 2) e os ramos mais grossos (1 e 2) (Tabela 5), ficando evidente a existência de um padrão morfométrico para aquisição de exsudato, em função da espessura dos ramos. Quando a média dos diâmetros mais finos (n=404, 194,95 ± 5,68 mm²) foi comparada com a média dos diâmetros mais grossos (n=406, 260,76 ± 6,88 mm²), foram confirmadas ainda as diferenças entre estes (teste T; t= -7,37; p<0,001) (Figura 22).

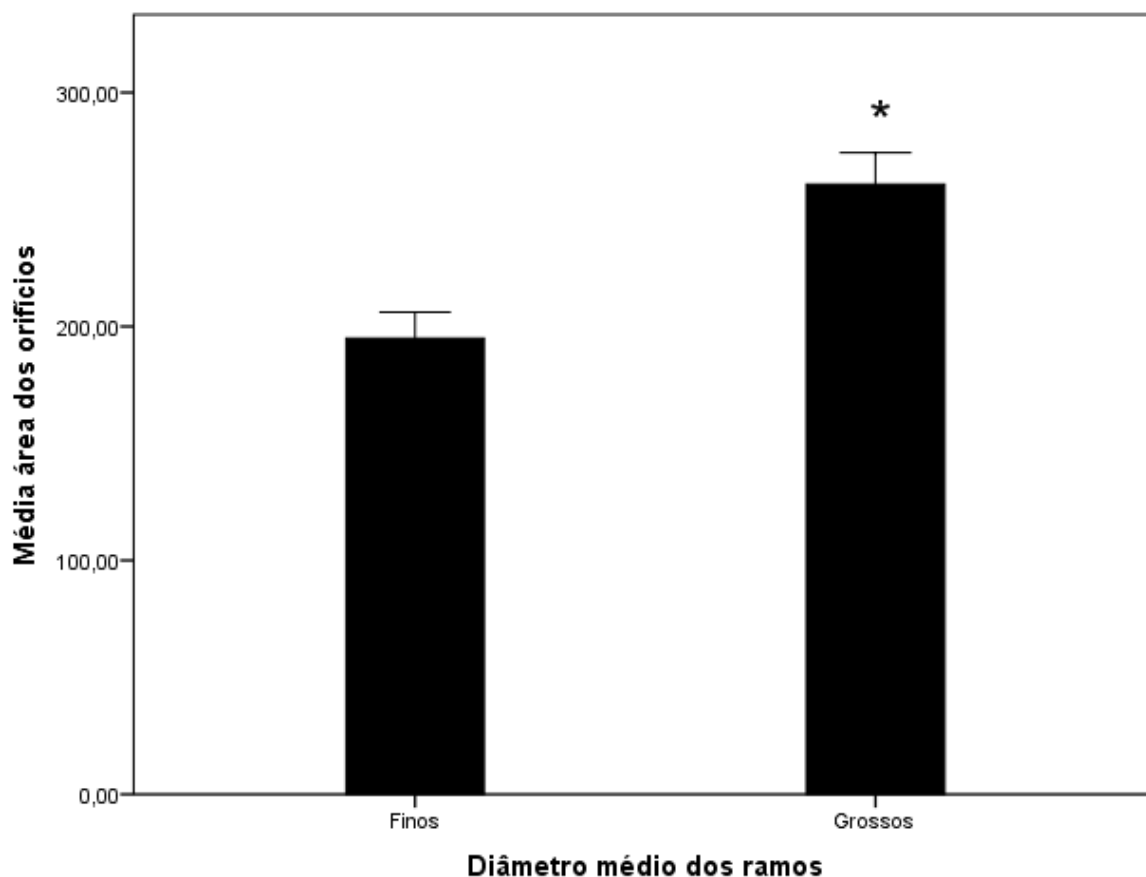


Figura 22. Média das áreas dos orifícios escarificados em relação as classe de diâmetro médios dos ramos da copa em angico-vermelho, nos cinco fragmentos florestais, no município de Viçosa, Minas Gerais. Diâmetro fino (< 7,32 e 7,32 \pm 10,50) e grosso (10,50 \pm 14,32 e \geq 14,32). *indica uma diferença significativa (teste T; $p < 0,001$).

Às áreas dos orifícios presentes nos três segmentos da copa (copa interna; copa medial e copa externa) foram diferentes (ANOVA, $gl = 2$ $F = 28,408$, $p < 0,001$) (Tabela 6).

Tabela 6. Comparação entre às áreas dos orifícios escarificados e os três segmentos da copa em angico-vermelho. Teste de Tukey, post hoc ($p < 0,001$) ($n = 810$).

Segmentos da copa	Nº orifícios	Média (mm ²) \pm Erro padrão
Copa interna	145	174,34 ^a \pm 108,38
Copa medial	377	217,81 ^b \pm 112,94
Copa externa	288	267,74 ^c \pm 150,01

Letras sobrescritas deferentes representam segmentos diferentes.

4. DISCUSSÃO

Conforme nossa revisão da literatura, este estudo exhibe pela primeira vez informações mais detalhadas sobre os processos ecológicos proximais que podem convergir para as características dos orifícios resultantes da exsudativoria de saguis. Primeiramente abordaram-se as características botânicas: a espécie explorada; características topográficas como a quantidade de orifícios por zona da árvore, a quantidade de orifícios por altura e DAP; observaram-se a morfometria tais como a área dos orifícios, da sua ocorrência quanto à parte da árvore e segmentos da copa. Em segundo lugar, se abordou os aspectos dos saguis: foi considerada a área do orifício em relação ao grupo que explora e a origem genética dos mesmos.

Os resultados sugerem que os saguis híbridos exploram preferentemente a copa, e nessa, a porção mais externa, onde ocorrem galhos mais finos. Há diferenças quanto aos grupos que exploram, parecendo haver padrões grupais e hereditários dos híbridos ligados à origem parental.

Espécies do gênero *Anadenanthera*, apresentam uma casca relativamente dura (LORENZI, 1992), às vezes com acúleos e com altos teores de taninos (CARNEIRO et al., 2009; PAES et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012), o que podem agir como repelentes alimentares para primatas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Contudo, tais características não são suficientes para impedir que *C. penicillata* (RIZZINI; COIMBRA, 1981; STEVENSON; RYLANDS, 1988; MIRANDA; FARIA 2001; SILVA, 2008); *C. jacchus* (COIMBRA-FILHO et al., 1973; STEVENSON; RYLANDS, 1988; THOMPSON et al., 2013) e *C. flaviceps* (COIMBRA-FILHO et al., 1981; FERRARI et al., 1996; CORRÊA et al., 2000) realizem escarificações para obtenção de goma. Este fato foi observado no presente estudo, onde *A. peregrina* var. *peregrina* foi exclusivamente utilizada, não sendo observados vestígios de escarificações em outras espécies arbóreas, evidenciando assim o uso exclusivo desta espécie gomífera. Entretanto esta exclusividade não foi observada em estudos abordando espécies de primatas não híbridos, como *C. penicillata*, no bioma Cerrado (COIMBRA-FILHO et al., 1973; STEVENSON; RYLANDS, 1988; SCALON et al., 1989), e *C. jacchus*, na Caatinga (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1976; MAIER et al., 1982; THOMPSON et al., 2013), onde os

animais exploram diversas espécies arbóreas para obtenção deste recurso. A escassa disponibilidade de recursos relacionada aos ecossistemas com condições climáticas mais extremas, como a Caatinga e Cerrado, é uma possível explicação para estas ressalvas (STEVENSON; RYLANDS, 1988).

Nossas observações em outro estudo, realizado pelos mesmos pesquisadores no estado de Minas Gerais (Vanner Boere Souza, Ita de Oliveira e Silva e Fernanda de Fátima Rodrigues da Silva), indicaram que angicos-vermelho são explorados por saguis da espécie *C. penicillata* nas cidades de Cataguases (21°22'58.8"S, 42°40' 83.0"W) e Presidente Bernardes (20°45'11.7"S, 43°11'34.6"W). Nessas localidades, não se observou grupos de saguis híbridos ou de outra espécie explorando angicos-vermelho. Esses resultados sugerem que angico-vermelho pode ter grande importância nessas regiões de ocorrência de saguis, para a exploração de gomas. Considerando que angicos-vermelho são espécies pioneiras, característica de matas em processos iniciais e secundários de sucessão (LORENZI, 1998; SOUTO et al., 2004; ARAÚJO et al., 2006), e que saguis são mamíferos pioneiros (STEVENSON; RYLANDS, 1988; FLEAGLE, 1999), essa relação animal-planta pode ser muito importante para a colonização de saguis em ecossistemas degradados, em fase de sucessão.

Em todos os fragmentos estudados foram observados angicos-vermelho utilizados pelos saguis híbridos ao lado de outros angicos sem escarificação. Esse mesmo padrão foi observado para *C. penicillata* (STEVENSON; RYLANDS, 1988) e para *C. jacchus* (THOMPSON et al., 2013). A preferência por determinadas árvores ao invés de outras da mesma espécie pode ser explicado por diferenças específicas entre os indivíduos vegetais, como uma maior produção e qualidade nutricional de exsudato, menor quantidade de metabólitos secundários, como tanino e maior proteção contra predadores. Contudo, no presente estudo não há dados suficientes que possam contribuir para elucidar essa questão que permanece não respondida.

Diferentemente do que foi relatado por Lacher et al., (1994) e Passamani (1996), onde as condições de exploração como tamanho, largura e profundidades dos orifícios poderiam estar comprometendo de forma danosa as plantas utilizadas por *Callithrix*, neste estudo não foram encontradas as mesmas evidências mencionadas. Aparentemente os angicos-vermelho

utilizados pelos saguis não demonstram características que comprometessem a planta, estando todos funcionais e saudáveis. As estratégias dos saguis para a utilização de angico-vermelho parecem ser mais preservativas do que danosas na planta, como será discutido adiante.

Foi encontrada relação positiva entre o número de orifícios escarificados com os dados dendrométricos das árvores (DAP e altura), fato também observado por outros pesquisadores (PASSAMANI, 1996; THOMPSON et al., 2013). No entanto, tais relações foram fracas, supondo que outros fatores podem contribuir para a preferência de exploração nas árvores. A espessura da casca e composição química do exsudato podem, por exemplo, estar mais ligadas à decisão de exploração pelos saguis (NASH, 1986; SMITH, 2010).

Os animais parecem explorar as árvores de forma a garantir o contínuo fornecimento deste recurso, como encontrado para espécies de *C. flaviceps* (FERRARI, 1998). Aliás, a quantidade de orifícios ativos segue uma alternância entre um pico e um nadir, a cada 10 cm de classe de DAP. Como o DAP tende a estar relacionado à idade da árvore, aparentemente tem-se um ciclo de exploração por DAP e talvez pelo nível de maturidade da árvore, conforme pode ser observado na figura 16. Angicos podem viver por 30 anos ou mais (MATTOS; SEITZ, 2008), um tempo que ultrapassa muitas gerações de saguis. Essa alternância seria altamente vantajosa para o sagui, que garantiria a perenidade da árvore no aporte de gomas em longo prazo, além de reduzir o estresse de escarificação intensiva em cada árvore em uma determinada fase do seu desenvolvimento.

A ocorrência de exploração de árvores de goma com DAPs diferentes parece seguir um ciclo. As menores frequências de orifícios explorados, nas classes de DAP de 10, 30 e 50, se assemelham entre si, assim como os maiores valores nas classes de DAP de 20, 40 e 60. A maior ocorrência de orifícios ativos se encontra alternadamente distribuída entre as menores ocorrências. Esse aparente ciclo não pode ser explicado pelos dados correntes e nem pela fisiologia do angico-vermelho, pela falta de informações na literatura científica. Essa alternância parece depender da capacidade da árvore de suprir exsudatos suficientes que possam compensar o esforço de escarificação.

Contudo, existem espécies de animais acentuadamente herbívoros que alternam sítios de alimentação ciclicamente, para que haja a recuperação das espécies vegetais após uma intensa utilização de forrageio (ROWCLIFFE et al., 1995; FOX; KAHLERT, 2003). Alguns estudos propuseram que as plantas se beneficiam desse ciclo de forrageio de herbívoros, aumentando o seu metabolismo, acumulando biomassa e maiores teores de proteínas (FOX; KAHLERT, 2003). Essa melhora nos aspectos metabólicos da planta devido à exploração cíclica foi proposta como a “Teoria de Otimização do Pastoreio” (MCNAUGHTON, 1979). Considerando a inesperada quantidade de proteínas totais encontradas nas gomas (Capítulo 2º. dessa Dissertação), em contraste ao relatado em outros estudos, parece plausível que a escarificação periódica, em classes de DAP alternadas, possa estimular a produção de proteínas nos indivíduos de angico-vermelho. Essa interpretação dos resultados, entretanto, apesar de inovadora para a relação de saguis e árvores de goma, deve ser cautelosa porque carece de evidências mais diretas, tais como a comparação entre gomas de diversas árvores com DAPs diferentes.

Considerando a “Teoria do Forrageio Ótimo” (RICKLEFS, 2003), o custo da aquisição de gomas deve ser maior do que o custo de escarificação para fazê-las. A escarificação depende do esforço em se manter no substrato arbóreo e da mecânica da roedura (escarificação), que em conjunto tem um impacto no custo energético de obtenção. No substrato, a preferência por galhos horizontais ou com menor inclinação, parece gerar menos custos energéticos em primatas (por exemplo, *Lepilemur edwardsi* e *Avahi occidentalis*, WARREN; CROMPTON, 1997; *Loris tardigradus*, *Cheirogaleus medius*, *Nycticebus pygmaeus*, *Saimiri boliviensis* e *Eulemur mongoz*, HANNA; SCHIMITT, 2011). Foi considerado que zonas da árvore com maior horizontalidade e com cascas mais finas seriam preferidas pelos saguis, por permitirem maior economia de sustentação e menor tempo na obtenção. Ainda, deve-se considerar o retorno, ou seja, a velocidade com que as gomas são formadas. Alguns estudos descrevem que saguis (*C. penicillata* e *C. jacchus*) tem um padrão bimodal de exploração de gomas, um pico pela manhã e outro ao final da tarde (LAZARO-PEREA et al., 1999; MIRANDA; FARIA, 2001; SÜFFERT, 2008). Após consumirem os exsudatos, os saguis escarificam a casca e os orifícios. Essa exploração bimodal tem um ciclo de

aproximadamente 12 horas. Partes da árvore onde há maior metabolismo seria presumivelmente um local esperado para ser mais explorado, o que justifica a exploração nos ramos mais expostos e finos da copa, onde o metabolismo é maior em relação aos ramos menos expostos e ao fuste.

Quando comparados o número de orifícios presentes entre as zonas ecológicas da árvore (fuste e copa), fica evidenciada a alta preferência dos animais pela copa, o que pode estar relacionada às propriedades mecânicas da casca, influenciada pela menor espessura dos ramos nesta zona, que facilitam o processo de escarificação. Concomitantemente a quantidade e a qualidade nutricional do exsudato na copa podem ser maiores onde há maior metabolismo da árvore, em contraste à menor quantidade de metabólitos secundários (PAES et al., 2010). Entretanto, estudos desenvolvidos em ecossistemas onde as condições ambientais são mais extremas, como a Caatinga e Cerrado, demonstram que espécies de *Callithrix* utilizam amplamente a árvore gomífera, ou seja, obtêm os exsudatos tanto do fuste quanto da copa (RIZZINI; COIMBRA, 1981; STEVENSON; RYLANDS, 1988; PASSAMANI, 1996; THOMPSON et al., 2013).

Pode se observar que há um aumento gradativo de preferência do fuste para os segmentos apicais da copa, onde ocorre maior porcentagem de exploração de goma. Este fato também foi observado entre os seguimentos da copa, onde o grau de utilização apresentou uma gradação, aumentando nas porções mais externas, onde ocorrem ramificações mais jovens, evidenciando a preferência por partes vegetais onde a espessura da casca é menor, o que facilita o processo de escarificação.

O pequeno tamanho desses primatas permitiu, durante a evolução, que explorassem pequenos frutos em ramos mais distantes das árvores, embora aumentasse o risco de predadores aéreos (STEVENSON; RYLANDS, 1988). A exploração da copa externa para gomas é favorecida pelo pequeno tamanho a despeito do maior risco de predação devido à exposição a aves de rapina. Vários estudos demonstraram que os saguis preferem ocupar o estrato médio da floresta para se deslocarem (STEVENSON; RYLANDS, 1988), mas faltam evidências do uso de que a exploração de gomas também ocorra preferentemente nesse estrato.

Contudo, nosso estudo demonstrou que a copa externa, onde estão os ramos finos, é preferentemente usada para explorar gomas, haja vista a maior presença de orifícios neste estrato. As florestas onde o estudo foi desenvolvido encontram-se cercadas por residências urbanas. A urbanização tem um impacto em várias espécies de animais predadores terrestres (PATTERSON et al., 2003; PONTES et al., 2007; MILLSAP; BEAR, 2010) ou em aves (OTONI et al., 2009). Os saguis podem ter reduzidos os riscos de predação nestas circunstâncias e facilitado à exploração de gomas na copa.

Com base nos dados de morfometria dos orifícios, foi demonstrado que os mesmos não seguem um padrão para a mesma espécie vegetal gomífera, como proposto anteriormente por outros autores (COIMBRA-FILHO, 1972; RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981; MELO, 1985; STEVENSON; RYLANDS, 1988).

Verificamos padrões morfométricos distintos entre as zonas das árvores (fuste e copa), sugerindo que os saguis exploram de forma diferenciada as seções morfológicas da árvore. A capacidade dos saguis de alcançarem porções diferenciadas dos tecidos da planta no ato da escarificação, limitados pela morfologia intrínseca de cada árvore, faz com que os orifícios apresentem grande diversidade morfológica. Ao escarificar, os saguis atingem a casca, alcançando os ductos de goma dos tecidos vegetais responsáveis pela secreção (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977; SUSSMAN; KINZEY, 1984; STEVENSON; RYLANDS, 1988). Em orifícios mais profundos, os saguis penetram o lenho ativo (xilema) onde não há goma.

O diâmetro médio dos ramos foi a característica dendrométrica que mais pôde explicar um padrão de exploração em relação à área dos orifícios. Dois padrões distintos puderam ser observados: um envolvendo ramos mais finos, onde a área dos orifícios é menor, e outro, para ramos mais grossos, com área dos orifícios maiores. Ramos mais grossos, normalmente possuem casca mais espessa e com isto, maior quantidade de canais secretores. Os orifícios dos ramos mais grossos são maiores porque são utilizados por um período mais prolongado, pois o esforço em tempo e uso é maior para atingir a parte mais dura dos ramos, onde estão as células do xilema, que não portam presença dos canais secretores. O tamanho dos orifícios parece estar relacionado tanto à qualidade quanto a dureza da casca (STEVENSON; RYLANDS, 1988), o que

pode levar a um comportamento de extração da goma diferenciado entre as duas zonas da copa (RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981).

Dessa forma, parece que os saguis neste estudo desenvolveram capacidades específicas que favorecesse uma maximização na aquisição de goma. A “Teoria do Forrageamento Ótimo” fornece o “rationale” para estas decisões em termos dos prováveis custos e benefícios para esse comportamento (RICKLEFS, 2003), na qual se espera um retorno máximo de energia sob um dado conjunto de condições de forrageamento e habitat (ODUM; BARRETT, 2007). Assim espera-se que os animais definam seus comportamentos com relação ao maior benefício líquido (RICKLEFS, 2003).

Fatores intrínsecos dos animais podem contribuir para maior exploração de gomas. Não se conhece se o ato de escarificação é o resultado de aprendizado ou de uma herança genética. Nossa investigação tentou avançar nesse entendimento, verificando se há características individuais, que são únicas de cada grupo; ou se a herança genética, verificada pela origem parental dos híbridos, pode ser mais determinante na exploração, originando diferentes médias morfométricas dos orifícios.

A semelhança entre a área dos orifícios entre os grupos das Casas 18 e 50 pode estar relacionadas à grande proximidade entre estes fragmentos florestais, que favorecem a migração de indivíduos (observação pessoal). Excetuando-se esse caso de semelhanças, todos os outros grupos possuem diferentes tamanhos de orifícios (Tabela 4), independentemente das características das árvores e origem parental dos grupos. Como cada fragmento florestal representa um grupo de saguis que explora exclusivamente aquele conjunto de árvores, as diferenças e as semelhanças entre os orifícios parecem ser o resultado de aptidões e formas de exploração como uma identidade do grupo.

Estudos com outras espécies de animais (por exemplo, *Spinachia spinachia*, CROY; HUGHES, 1991a; *Rattus rattus*, ZOHAR; TERKEL, 1996) indicaram que um mesmo recurso pode ser explorado por “técnicas” diferentes, como o resultado de aprendizagem. Nesses casos há uma herança “proto-técnica”, da forma de exploração de recurso alimentar, que identifica uma população de um determinado local. Cada grupo de saguis, no presente estudo tem uma diferente forma de explorar o recurso que pode ser um fator de

aprendizado, como acontece com outros antropóides que utilizam instrumentos para explorar alimentos (VAN SCHAİK et al., 1999). Seria esse um exemplo de “memes” como proposto por Richard Dawkins em 1976? A resposta está longe de ser mostrada, mas não deixa de ser uma provocação interessante explorar como essa proto-técnica de exploração se desenvolve ou evolui, ao ampliar em tempo e número os estudos de morfometria feitas por saguis.

A origem genética entre os híbridos resulta em animais com fenótipos diferentes de acordo com as espécies parentais. As áreas dos orifícios foram significativamente diferentes, quando comparados entre os grupos com características híbridas Geopen e Jacpen. A sub-população Geopen faz orifícios maiores do que a sub-população Jacpen. Esse fato pode estar relacionado às variações nas medidas dos crânios entre as espécies de saguis, onde *C. geoffroyi* é uma espécie que possui medidas dos ossos do crânio relativamente maiores do que *C. jacchus* e *C. penicillata* (NATORI, 1994). Como relatado na extensa obra de Hershkovitz (1977) híbridos de *C. penicillata* com *C. geoffroyi*, são morfologicamente intermediários, e outro estudo nessa mesma área (FUSZESSY, 2013), descreveu que são mais parecidos com esses últimos. Essa herança é um fator importante para determinar padrões morfofuncionais da cabeça, onde se insere a mandíbula, com grande parte da musculatura e dos ligamentos que servem ao ato de escarificar. Como o corpo serve de alavanca, para minimizar a força e aumentar o poder de penetração e articulação da mandíbula (CANALE et al., 2008), diferenças no tamanho dos membros também podem ajudar na realização de orifícios maiores.

Um estudo recente avaliando as características morfométricas de parte dos indivíduos pertencentes a esses mesmos grupos, determinou que os híbridos Geopen possuem cabeças e membros significativamente maiores do que os híbridos Jacpen (FUSZESSY, 2013). Estas diferenças morfológicas entre as duas sub-populações de híbridos se reflete no mesmo sentido na biometria dos orifícios. Isto é, a sub-população Geopen, por ser maior, faz orifícios maiores comparados à sub-população Jacpen.

Nossas análises não permitem caracterizar dicotomicamente se a origem das diferenças na morfometria dos orifícios é o aprendizado e uma proto-técnica grupal, ou se é uma origem predominantemente hereditária. Mais apropriadamente, depreende-se desses resultados que a morfometria dos

orifícios tem um forte componente hereditário, o que determina diferenças entre sub-populações de saguis. Menos evidente está a capacidade de cada grupo desenvolver um conjunto de orifícios que os diferencie entre si, como resultado de aprendizado e identidade de grupo.

Um dos maiores problemas no estudo da escarificação é o acesso à copa das árvores, o que normalmente dificulta na quantificação precisa dos números e das medidas dos orifícios e o que, muitas vezes leva, à subjetividade dos dados obtidos (RIZZINI; COIMBRA-FILHO, 1981; STEVENSON; RYLANDS, 1988; PASSAMANI, 1996; THOMPSON et al., 2013). Neste estudo, optamos por técnicas de amostragem em dossel, com a utilização de procedimentos de montanhismo ora aplicados para a coleta segura e precisa de dados em altura (PERRY, 1978), que minimiza a subjetividade dos dados coletados. Através deste procedimento, conseguimos acessar as partes mais inacessíveis da copa, o que nos possibilitou na contabilização mais precisa dos orifícios.

5. CONCLUSÃO

- Foi verificada uma preferência da copa de angico-vermelho pelos saguis híbridos.
- Dentre os segmentos da copa, a copa externa é a área preferencial de uso para a exploração de gomas.
- Existe uma relação positiva, porém moderada a fraca na intensidade de exploração e os dados dendrométricos (DAP e altura) dos indivíduos arbóreos, indicando assim que outros fatores também podem estar envolvidos.
- O evento de exploração de árvores com goma com DAP diferentes parece seguir um ciclo.
- Os orifícios ativos não apresentaram um padrão morfométrico para indivíduos de angico-vermelho, assim como, não apresentou um padrão para os cinco grupos de saguis estudados.
- Os orifícios realizados por grupos Geopen possuem áreas substancialmente maiores em relação aos orifícios feitos pelos grupos Jacpen.

- A espessura dos ramos da copa foi a variável que explicou um padrão de exploração de exsudatos pelos saguis.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pelo recurso cedido. Ao professor Carlos Boechat pela ajuda na metodologia. Ao biólogo Dayvid Rodrigues Couto pela ajuda nas coletas dos dados e ao taxonomista José Martins Fernandes pela correta identificação da espécie em estudo.

7. REFÊRENCIA

ADRIAN J., ASSOUMANI M. Gums and hydrocolloids in nutrition. In: REICHEIGL, M. (Ed.) **CRC handbook of nutritional supplements**: vol. II. Agricultural use CRC Press, Boca Rotan. 1983. p. 301-333.

ARAÚJO, F.S; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n. 1, p. 107-116, 2006.

CANALE, G., BRAGAA., GONDIM L.; SANTEE, D. Sequência de comportamentos de *Callithrix penicillata* durante a gomivoria. In: FERRARI, S.F; RÍMOLI, J. (Ed.) **A Primatologia no Brasil**. Aracaju, Sociedade Brasileira de Primatologia, 2008. vol. 9, p. 49-59.

CANTON, J.M; HILL, D.M.; HUME, J.D.; CROOK G.A. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. **Comparative Biochemical Physiology**, v. 144, n. 1, p.1-8, 1996.

CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; FREDERICO, P.G.U.; CARVALHO, A.M.M.L.; VIDAURRE, G.B. Propriedades de chapas de aglomerados fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e ureia-formaldeído. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 521-531, 2009.

CARNEIRO, A.C.O; VITAL, B.R.; CASTRO, A.F.N.M.; SANTOS, R.C.S.; CASTRO, R.V.O.; PINHEIRO, M.A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 767-775, 2012.

COIMBRA-FILHO, A.F. Os saguis do gênero *Callithrix* da região oriental brasileira e um caso de duplo-hibridismo entre três de suas formas (*Callithrichidae-Primates*). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 31, n. 3, p. 377-388, 1971.

COIMBRA-FILHO, A.F. Aspectos inéditos do comportamento de saguis do gênero *Callithrix* (Callitrichidae-Primates). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 22, n. 4, p. 502-512, 1972.

COIMBRA-FILHO, A.F., ALDRIGHI, A.D., MARTINS, H.F. Nova contribuição ao restabelecimento da fauna do Parque Nacional de Tijuca. **Brasileira Florestal**, v. 4, p. 7–25, 1973.

COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A. Exudate eating and tree-gouging in marmosets. **Nature**, v. 262, p. 630-632, 1976.

COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A. Exudate-eating, and the “short-tusked” condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In KLEIMAN, D.G (Ed.) **The biology and conservation of the Callitrichidae**. Smithsonian Institution Press, Washington, 1977, p. 105-115.

COIMBRA-FILHO, A.F.; ROCHA, N.C.; PISSINATTI, A. Morfofisiologia do ceco e sua correlação com o tipo odontológico em Callitrichidae (Platyrrhini, Primates). **Revista Brasileira Biologia**, v. 40, p. 177-185, 1980.

CORRÊA, H.K.M.; COUTINHO, P.E.G.; FERRARI, S.F. Between-year differences in the feeding ecology of highland marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*) in south-eastern. **Brazilian Journal Zoology**, v. 252, p. 421–427, 2000.

CROY, M. I.; HUGHES, R. N. The influence of hunger on feeding behaviour and on the acquisition of learned foraging skills by the fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia* L. **Animal Behaviour**, v. 41, p. 61–170, 1991a.

DAWKINS, R. **O gene egoísta**. Companhia das Letras. 1976. 544p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas** (1961 - 1990). Brasília: 1992.84 p.

GARBER, P.A. Vertical clinging, small body size, and the evolution of feeding adaptations in the Callitrichinae. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 88, p. 469–482, 1992.

ENG, C.M., WARD, S.R., VINYARD, C.J., TAYLOR, A.B. The mechanics of the masticatory apparatus facilitate muscle force production at wide jaw gapes in tree-gouging common marmosets (*Callithrix jacchus*). **The Journal Experimental Biology**, v. 212, p. 4040–4055, 2009.

FERRARI, S.F. **The behaviour and ecology of the buffy-headed marmoset *Callithrix flaviceps* (O. Thomas 1903)**. London, 1988. 448 f. PhD thesis, University College London, London. 1988.

FERRARI, S.F., LOPES FERRARI, M.A. A re-evaluation of the social organization of the Callitrichidae, with reference to the ecological differences between genera. **Folia Primatologica**, v. 52, p. 132–147, 1989.

- FERRARI, S.F.; MARTINS, E.S. Gummivory and Gut Morphology in Two Sympatric Callitrichids (*Callithrix emiliae* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) From Western Brazilian Amazonia. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 88, p. 97-103, 1992.
- FERRARI, S.F.; CORRÊA, H.K.M.; COUTINHO, P.E.G. Ecology of the “Southern” marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*). In: NORCONK, M.A; ROSENBERGER, A.L, GARBER, P.A (Ed.) **Adaptive radiations of neotropical primates**. Plenum Press, New York. 1996, p. 157-171.
- FERRARI, S.F. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In: RYLANDS, A.B (Ed.) **Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behaviour** Oxford University Press, Oxford. 1993, p. 314-328.
- FLEAGLE, J. G. **Primate Adaptation and Evolution**. 2a ed. Academic Press: San Diego, 1999. 596 p.
- FOX, A.D; KAHLERT, J. Repeated grazing of a salt marsh grass by moulting greylag geese *Anser anser*. Does sequential harvesting optimise biomass or protein gain? **Journal of Avian Biology**, v. 34, n. 1, p. 89-96, 2003.
- FUZESSY, L. F. **Estudo Comparativo da Morfologia de Grupos de Híbridos de *Callithrix* sp. de Vida Livre em Viçosa, MG**. Viçosa, 2012. 69f. Dissertação mestrado. (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- GIONGO, C.; WAECHTER; J.L. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em florestas de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 563-572, 2004.
- GLICKSMAN, M. **Gum technology in the food industry**. Academic Press, New York. 1969. 120p.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65 p.
- HANNA, J.B; SCHMITT, D. Locomotor Energetics in Primates: Gait Mechanics and Their Relationship to the Energetics of Vertical and Horizontal Locomotion. **American Journal of Physical Anthropology**, v.145, p. 43–54, 2011.
- HARRISON, M.L; TARDIF, S.D. Social implications of gummivory in marmosets. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 95, p. 399–408, 1994.
- HERSHKOVITZ P. **Living New World Monkeys (Platyrrhini)**. Chicago University Press, Chicago, 1977. 1117p.
- HILL, W.C.O. **Primates, comparative anatomy and taxonomy**, Pithecoidea: Platyrrhini. Edinburgh University Press, Edinburgh, vol. 3, 1957. 354 p.
- HOGG, R.T.; RAVOSA, J.M.; RYAN; T.M.; VINYARD; C.J. The Functional Morphology of the Anterior Masticatory Apparatus in Tree-Gouging Marmosets (Cebidae, Primates). **Journal of Morphology**, v. 272, p. 833–849, 2011.

JOHANSSON, D.R. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suécica**, v. 59, p. 1-129, 1974.

KERSTEN, R.A.; WAECHTER, J.L. Métodos quantitativos no estudo de comunidades epifíticas. In: FELFILI, J.M.; EIFENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A; MEIRA-NETO, J.A.A. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa – MG, v. 1, 2011. p. 231-253.

LACHER, T.E., FONSECA, G.A.B., ALVES, C.; MAGALHÃES-CASTRO, B. Parasitism of trees by marmosets in a Central Brazilian Gallery Forest. **Biotropica**, v. 16, n. 3, p. 202-209, 1984.

LAZARO-PEREA, C.; SNOWDON, C.T.; ARRUDA, M.F. Scent-marking behavior in wild groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*), **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v.46, n. 5. p. 313-324, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa. Ed. Plantarum. 1992. 352p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação de e cultivo de plantas nativas arbóreas do Brasil**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo. Vol. 2. 1998. 352p.

MAIER W., ALONSO C., LANGGUTH A. Field observations on *Callithrix jacchus jacchus*. **Z Saugetierkd**, v. 47, p. 334–346, 1982.

MATTOS, P.P.;SEITZ, R.A. Growth dynamics of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* and *Tabebuia impetiginosa* from Pantanal Mato-Grossense, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 4, p. 427-434, 2008.

MCNAUGHTON, S.J. Grazing as an optimization process: Grass-ungulate relationships in the Serenget. **The American Naturalist**, v. 113, n. 5, p. 691-703, 1979.

MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 437-446, 2002

MELO, T.M. Atividade roedora do *Callithrix penicillata* (sagui, mico estrela). In: MELO, M.T. (Ed.) **A primatologia no Brasil**. Brasília: Sociedade Brasileira de Primatologia 1985. p. 107-130.

MILLSAP, A.; BEAR, C. Density and reproduction of burrowing owl along an urban development gradient. **Journal of Wildlife Management**, v. 64, n.1, p. 33-41, 2000.

MIRANDA, G.H.B. DE; FARIA, D.S.de. Ecological aspects of black-pinelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense Cerrado of the Brazilian Central Plateau. **Brazilian Journal of Biolooy**, v. 61, n. 3, p. 397–404, 2001.

- NAPIER J.R, NAPIER P. H. **A Handbook of Living Primates**. Academic Press, London, 1967.
- NASH, L.T. Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates. **Yearbook of Physical Anthropology**, v. 29, p.113-137, 1986.
- NOGAMI, Y; NATORI, M. Fine structure of the dental enamel in the family callitrichidae (ceboidea, primates). **Primates**, v. 7, p. 245–258, 1986.
- NATORI, M.; SHIGEHARA, N. Interspecific differences in lower dentition among eastern Brazilian marmosets. **Journal of Mammalogy**, v. 73, p 668–671, 1992.
- ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. Thomson Pioneira. 2007. 612 p.
- OTTONI, I.; OLIVEIRA, F.F.R.; YOUNG, R. J. Estimating the diet of urban birds: The problems of anthropogenic food and food digestibility. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 117, p. 42-46, 2009.
- PAES, J.B.; SANTANA, G.M.; BARBOSA, AZEVEDO, T.K.B.; MORAIS, R. M.; JOÃO TAVARES CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 441-447, 2010.
- PASSAMANI, M. Uso de árvores gomíferas por *Callithrix penicillata* no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Boletim Museu Biologia Mello Leitão**, v. 4, p. 25–31, 1996.
- PATTERSON, M.E.; MONTAG, J. M.; WILLIAMS, D. R. The urbanization of wildlife management: Social science, conflict, and decision making. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 1, p. 171–183, 2003.
- PAULA, A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; SANTOS, F.A.M. Alterações florísticas e fitossociológicas da vegetação arbórea numa floresta estacional semidecidual em Viçosa- MG. **Revista Árvore**, v. 26, n.6, p. 743-749, 2002.
- PAULA, A.; SILVA, A.F.; MARCO-JUNIOR, P.; SANTOS, F.A.M.; SOUZA, A.L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 407-423, 2004.
- PERRY, D.R. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. **Biotropica**, v. 10, p. 155-157, 1978.
- POWER, M.L.; OFTEDAL, O.T. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. **American Journal of Primatology**, v. 40, p. 131-144, 1996.
- PONTES, A.R.M.; NORMANDE, I.C.; FERNANDES A.C.A.; RIBEIRO, P.F.R.; SOARES, M.L. Fragmentation causes rarity in common marmosets in the

- Atlantic forest of northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.4, p.1175-1182, 2007.
- POWER, M.L. Nutritional and Digestive Challenges to being a Gum-Feeding Primates. In: BURROWS A.; NASH, L. (Ed.). **The evolution of exudativory in primates**. New York: Spreinger, 2010. p. 25 - 44.
- RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 2003. 503p.
- RIZZINI, C.T.; COIMBRA-FILHO, A.F. Lesões produzidas pelos saguis, *Callithrix p. penicillata* (E. Geoffroy, 1982), em árvores do Cerrado (Callitrichadae, Primates). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, n.3, p. 579-583, 1981.
- ROSENBERGER, A.L. Adaptive Profile Versus Adaptive Specialization: Fossils and Gummivory in Early Primate Evolution. In: BURROWS, A.; NASH, L. (Ed.) **The evolution of exudativory in primates**. Springer, New York, 2010. p. 273-295.
- ROWCLIFFE, J.M.; WATKINSON, A.R.; SUTHERLAND, W.J; VICKERY, J.A. Cyclic Winter Grazing Patterns in Brent Geese and the Regrowth of Salt - Marsh Grass. **Functional Ecology**, v. 9; n. 6, p. 931-941, 1995.
- RUIZ-MIRANDA, C.R., AFFONSO, A.G., MORAIS, M.M., VERONA, C.E., MARTINS, A.; BECK, B. Behavioral and ecological interactions between reintroduced golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia* Linnaeus, 1766) and introduced marmosets (*Callithrix* spp. Linnaeus, 1758) in Brazil's Atlantic Coast Forest fragments. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n.1, p. 99-109, 2006.
- RYLANDS, A.B.; FARIA, D.S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: RYLANDS, A.B. (Ed.). **Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology**. Oxford University Press, Oxford, 1993. p. 263-271.
- SCANLON, C.E., CHALMERS, N.R.; MONTEIRO DA CRUZ, M.A.O. Changes in the size composition and reproductive condition of wild marmoset groups (*Callithrix jacchus jacchus*) in northeast Brazil. **Primates**, v. 29, p. 295-305, 1989.
- SCANLON, C.E.; MONTEIRO DA CRUZ, M.A.O.; RYLANDS, A.B. Exploração de exsudatos vegetais pelo saguis-comum, *Callithrix jacchus*. **Primatologia no Brasil**, v. 3, p. 197-205, 1991.
- SILVA, A.F.; FONTES, N.R.L.; LEITÃO FILHO, H.F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa - Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 24, n. 4, p. 397-405, 2000.

SILVA, I. O. **Socialidade e acesso a recursos alimentares por fêmeas de saguis (*Callithrix penicillata*) em grupos em ambiente natural**. Brasília, 2008. 112 f. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília. 2008.

SMITH, A.C. Influences on gum feeding in primates. In: Burrows, A.; Nash, L. (Ed.) **The evolution of exudativory in primates**. Springer, New York, 2010. p.109-122.

SOUTO, S.M.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C. Espécies selecionadas para arborização das pastagens no estado do Rio de Janeiro. **Pasturas Tropicales**, v. 26, n. 2, p. 31-47, 2004.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill, 1976. 357 p.

STEVENSON, M. F.; RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. In: MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A.; FONSECA, G. A. B. (Ed.). **Ecology and behavior of neotropical primates**. World Wildlife Fund, Washington, 1988. p. 131-222.

STEVENS J.R.; HALLINAN E.V.; HAUSER M. D. The ecology and evolution of patience in two New World monkeys. **Biology Letters**, v. 1, p. 223–226, 2005.

SÜFFERT, N.R. **Balço entre escarificar e obter exsudações em *Callithrix penicillata* (Primates: Callitrichidae): uma extensão do cuidado parental?** Brasília, 2008 64f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Brasília, 2008.

SUSSMAN, R.W.; KINZEY, W.G. The ecological role of the Callitrichidae. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 64, p. 49-419, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAYLOR A. B., VINYARD C.J. Comparative analysis of masseter fiber architecture in tree-gouging (*Callithrix jacchus*) and nongouging (*Saguinus oedipus*) callitrichids. **Journal of Morphology**, v. 261, p. 276–285, 2004

TAYLOR, A.B.; ENG, E.M.; ANAPOL, F.C.; VINYARD, C.J. The functional significance of jaw muscle fiber architecture in tree-gouging marmosets. In: FORD, S.M., PORTER, L.M., DAVIS, L.C. (Ed.) **The smallest anthropoids: The marmoset/callimico radiation**. Springer, New York. 2009. p. 395-409.

THOMPSON, C.L. ROBL, N.J. MELO, L.C.O; VALENÇA-MONTENEGRO, M.M.; VALLE, Y.B.M.; OLIVEIRA, M.A.B.; VINYARD, C.J. Spatial distribution and exploitation of trees gouged by common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Internacional Journal Primatology**, v. 34, p. 65-85, 2013.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448 p.

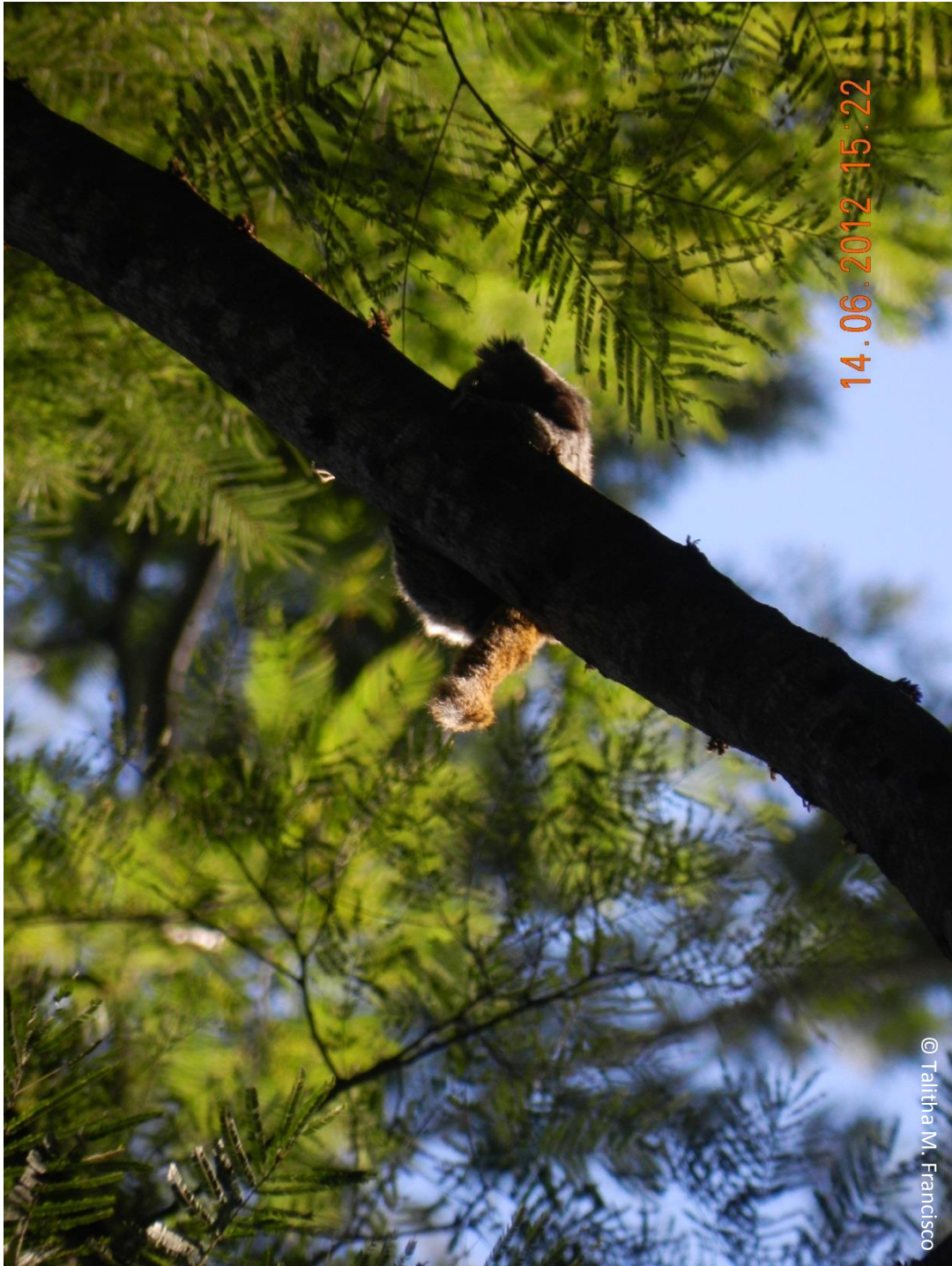
VINYARD, C.J.; WALL, C.E.; WILLIAMS, S.H.; HYLANDER, W.L. Comparative functional analysis of skull morphology of tree-gouging primates. **Journal of Physical Anthropology** , v. 120, p. 153–170, 2003.

VINYARD, C.J., RYAN, T.M. Cross-sectional bone distribution in the mandibles of gouging and non-gouging platyrrhines. **International Journal of Primatology**, v. 27, p. 1461–1490, 2006.

VAN SCHAIK C.P, DEANER R.O, MERRILL M.Y. The conditions for tool use in primates: implications for the evolution of material culture. **Journal of Human Evolution** , v.36, p. 719–741, 1999.

ZOHAR, O.; TERKEL, J. Social and environmental factors modulate the learning of pine-cone stripping techniques by black rats, *Rattus rattus*. **Animal Behaviour**, v. 51, p. 611- 618, 1996.

WARREN, R.D; CROMPTON, R.H. Locomotor ecology of *Lepilemur edwardsi* and *Avahi occidentalis*. **American Journal of Physical Anthropology**, v.104, n.4, p. 471-486, 1997.



Considerações Finais

O estudo das escarificações pode revelar aspectos relevantes da ecologia de saguis, tais como a preferência de local, tipos de substratos mais apropriados, relação espacial entre orifícios e o uso de recursos das árvores de goma.

Neste estudo, pode-se ressaltar a importância da *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* como espécie fornecedora de recurso alimentar para saguis híbridos de *Callithrix* spp em matas urbanas remanescentes de Mata Atlântica. Essa espécie arbórea possui ductos secretores que ocorrem normalmente na casca. No entanto, ductos traumáticos também se formam na casca em repostas às injúrias mecânicas (escarificações) realizadas pelos saguis. Todos os ductos liberam exsudatos ricos em carboidratos, água, proteínas e minerais, que são essenciais na dieta dos saguis. Em particular, apresenta alta quantidade de cálcio quando comparados com outros minerais, corroborando com dados na literatura onde a presença de cálcio nos exsudatos contribui para manter o equilíbrio no metabolismo cálcio (Ca)/fósforo (P) dos *Callithrix*. Detectaram-se a presença de carboidratos solúveis e insolúveis na goma, importantes fontes de energia de metabolismo rápido e lento, respectivamente. Surpreendentemente foram detectadas também altas concentrações de proteína.

Com relação à intensidade de exploração de goma pelos saguis, foi encontrada uma preferência da copa pelos animais, principalmente pela copa externa, onde prevalecem os ramos mais finos na aquisição de exsudatos, mesmo estando sujeitos a uma maior predação por aves nessa zona.

Ocorreram diferenças na área dos orifícios entre os cinco fragmentos florestais estudados, sugerindo que os animais possuem aptidões e formas de exploração como uma identidade do grupo.

A origem genética entre os híbridos (Geopen e Jacpen) resultou em padrões morfométricos dos orifícios diferenciados, onde os grupos de Geopen realizam orifícios maiores quando comparados com os Jacpen. Isso devido às características morfológicas peculiares de cada espécie parental envolvida.

As características quantitativas das árvores que mais influenciaram nos padrões de exploração de exsudatos em relação à área foram a espessura (diâmetro médio) dos ramos. Foram observados dois padrões distintos de exploração, um relacionado a ramos mais finos e outro a ramos mais grossos.

Sendo a espessura da casca o principal fator que pode levar a um comportamento de extração diferenciado entre esses ramos.

O presente estudo fornece uma contribuição importante para o esclarecimento das pressões para a exsudatividade em saguis. Pela primeira vez são estudadas diferenças ecológicas entre híbridos de saguis em ambiente natural. Há fatores da árvore, como a espessura da casca, que melhor explicam a exploração preferencial em determinadas zonas da mesma, independente do grupo e da origem genética dos saguis. Não está claro se as escarificações são benéficas à árvore, mas o aparente ciclo de exploração sugere uma relação mutualista ou comensal entre animal-planta. Os orifícios possuem dimensões diferentes e são explorados por saguis possivelmente por uma interação entre aprendizado e herança genética.

A compreensão do fenômeno e das pressões seletivas para saguis explorarem determinadas espécies arbóreas e não outras, determinados indivíduos em detrimento de outros, a preferência de local nas árvores e as diferenças entre grupos e espécies, somente serão mais plenamente conhecidas com o advento de novos estudos comparativos. Nesse caso, é essencial se estudar as espécies parentais dos híbridos aqui mencionados. A originalidade e o valor heurístico do presente estudo é um bom suporte para novas investigações sobre as relações entre saguis e árvores de goma.