

Universidade Federal de Minas Gerais

Erika Von Zeidler Stasienuk

DIGESTIBILIDADE DE DIETAS E AVALIAÇÃO DE
ALIMENTOS PROTÉICOS EM SAGUI-DE-TUFO-PRETO
(*Callithrix penicillata*)

Belo Horizonte

2009

Erika Von Zeidler Stasieniuk

**DIGESTIBILIDADE DE DIETAS E AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PROTÉICOS
EM SAGUI-DE-TUFO-PRETO (*Callithrix penicillata*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Prof. Orientador: Walter Motta Ferreira

S796d Stasieniuk, Erika Von Zeidler, 1981-
Digestibilidade de dietas e avaliação de alimentos protéicos em sagüi-
de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*) / Erika Von Zeidler Stasieniuk. – 2009.
71 p. : il.

Orientador: Walter Motta Ferreira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas
Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Sagui – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária
– Teses. 3. Nutrição animal – Teses. 4. Proteínas na nutrição animal –
Teses. 5. Callitrichidae – Teses. 6. Digestibilidade – Teses. I. Ferreira,
Walter Motta. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de
Veterinária. III. Título.

CDD – 636.085

A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada.

Albert Einstein

Aos meus pais, Elizabeth e Edgar, dedico...

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Walter Motta Ferreira por simplesmente acreditar.

A Megazoo, na pessoa do Biólogo Paulo Augusto Ribeiro Machado e da Professora Flávia Maria de Oliveira Borges Saad, pela elaboração e doação das rações e materiais para a realização do experimento.

Ao IBAMA, na pessoa do Veterinário Daniel Ambrózio Vilela, por ceder os animais e por poder contar sempre.

Ao SagüiFolia: Rogério, Camila, Gabriela, Janice, Felipe, André, por poder confiar de olhos fechados, pela amizade, pela competência, pelas risadas, pelo companheirismo, pelo amor pelos animais, por fazerem dias de coleta, dias mais felizes. Esse trabalho é nosso.

E quando achava que já tinha gente suficiente me ajudando, brotavam os amigos sempre dispostos a ajudar em momentos de sufoco: Luísa Lisboa, Luísa Souza, Glenda, Tatiana, Júlia, Gal, Arno, Ramón, Nádia, Fernanda, Pedro e tantos outros.

Ao Carlos Eduardo do Prado Saad por ter sido minha inspiração e ter me guiado durante todo esse tempo.

Ao Leonardo Boscoli Lara por toda colaboração, pela motivação, pela inquietação.

Aos “Caras de Concha”: Elisa, Daniel Ragoneti, Rogério, Luísa Lisboa, Marcel, Neto, Robert por terem me acolhido com tanto carinho aqui em BH em um momento tão difícil. Obrigada por todos os momentos tão especiais que vivemos e ainda vamos viver juntos!

A Luisa Lisboa, Luisa Souza, Glenda, Camila, Tatiana por terem cruzado meu caminho!

A Natascha pelas análises estatísticas, amizade e compreensão.

Aos Amigos Alexandra, Ana Paula, Carlos, Michelle, Giovanna, Lilian, Marcelo, Tati, Jéssica, Kelen, Denise, Luis Gustavo, Davi, Érico, Lívia, Cintia, Manuela, Maurícia, Cinthia, Gualhanone, e aos demais Amigos que mesmo que indiretamente fizeram parte desta conquista.

A Flavia que é minha Amiga, Cumadre, Irmã, pela Minha Purga e pela amizade forte!

Ao meu irmão Alan e a minha cunhada Aline por todo amor e amizade.

A minha Vó Maria, Vô Guilherme (*in memorian*), Tia Miriam, Tio Ricardo, Tia Cristina, Tio Valdir, Thiago, Diego e Roberta por fazerem parte da minha história e pelo apoio e incentivo sempre.

Aos demais familiares por sempre acreditarem.

Ao laboratório TECSA pelos exames laboratoriais.

Aos colegas de Mestrado e Doutorado.

Aos Professores e Funcionários da Escola de Veterinária.

Aos Funcionários do Parque Ecológico Vale Verde.

Aos Funcionários do Laboratório de Nutrição Animal.

E finalmente aos meus Pais Edgar e Elizabeth, que fazem ser o que sou, que renunciaram tantas coisas pela minha formação, pelos meus sonhos. Tudo que eu faço, faço imaginando o orgulho de vocês, cada vez que concretizo mais uma etapa do meu Sonho! Amo muito vocês.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO DE LITERATURA	16
1. O gênero <i>Callithrix</i> : Taxonomia, Biologia e Conservação	16
Sagüi-de-tufo-preto (<i>Callithrix penicillata</i>)	18
Dieta natural e o sistema digestivo do gênero <i>Callithrix</i> sp.....	19
2. Necessidades Nutricionais.....	22
3. Avaliação de Alimentos.....	24
Avaliação da digestibilidade dos alimentos	25
4. Metodologias de avaliação do conteúdo energético e protéico dos alimentos	26
Energia.....	26
Proteína.....	28
CAPÍTULO 1	30
AVALIAÇÃO DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE RAÇÕES PARA SAGÜI-DE-TUFO-PRETO (<i>Callithrix penicillata</i>) E A REGULAÇÃO DA INGESTÃO PELA ENERGIA.....	30
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	42
CAPÍTULO 2	44
DIGESTIBILIDADE DE DIETAS E AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PROTÉICOS EM SAGUI-DE-TUFO-PRETO (<i>Callithrix penicillata</i>)	44
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES	57
APÊNDICE – ANÁLISES ESTATÍSTICAS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Necessidades nutricionais estimadas para Callitrichideos, segundo NRC (2003) ^a	24
Tabela 2. Peso (kg), sexo e Peso Metabólico ($PV^{0,75}$) dos Callitrichideos utilizados no experimento	36
Tabela 3. Análises químicas (% MS) e valores de energia bruta (kcal/kg) das dietas experimentais.....	38
Tabela 4. Análise de Variância.....	39
Tabela 5. Consumo diário de Matéria Natural (MN) e Matéria Seca (MS) (g) por animal e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) das dietas experimentais	40
Tabela 6. Consumo diário de Energia Bruta (EB) em kcal por animal e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) das dietas experimentais.....	41
Tabela 7. Consumo diário de Proteína Bruta (PB) em g por animal e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) das dietas experimentais.....	42
Tabela 8. Análises químicas (% MS) e valores de energia bruta (kcal/kg) das dietas experimentais.....	49
Tabela 9. Análise de Variância.....	50
Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da MS, da MO, da EB, da PB, da FDA e do EE das dietas experimentais	52
Tabela 11. Análises químicas (%) e valores de energia bruta (kcal) dos alimentos expressos em matéria seca	52
Tabela 12. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) dos alimentos avaliados	54
Tabela 13. Valores da energia digestível aparente (EDA), em kcal/kg, dos alimentos avaliados	54
Tabela 14. Valores de coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (CDP) dos alimentos avaliados	55
Tabela 15. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do consumo diário de MS e MN, por animal (g) e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$)	58
Tabela 16. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do consumo diário de EB, por animal (kcal) e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$).....	58
Tabela 17. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do consumo diário de PB, por animal (g) e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$)	58
Tabela 18. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da MS das dietas experimentais	58
Tabela 19. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da MO das dietas experimentais	59
Tabela 20. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da EB das dietas experimentais.....	59
Tabela 21. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da PB das dietas experimentais.....	59

Tabela 22. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da FDA das dietas experimentais.....	59
Tabela 23. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da EE das dietas experimentais.....	60
Tabela 24. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade da matéria seca.....	60
Tabela 25. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação da energia digestível aparente (kcal/kg).....	60
Tabela 26. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sala de metabolismo	34
Figura 2. Gaiola Individual.....	34
Figura 3. Bandeja de coleta	35

RESUMO

O experimento um foi realizado para avaliar e comparar o consumo de matéria seca, energia e proteína de cinco dietas experimentais para *Callithrix penicillata*. Foram utilizados 30 sagüis-de-tufo-preto sexados, distribuídos ao acaso em cinco tratamentos em dois períodos experimentais distintos, caracterizando um delineamento em blocos ao acaso. Os resultados permitem concluir que houve uma grande variação no consumo de matéria seca por kg de peso metabólico, que variou entre 40,15 a 47,54g por dia. Aparentemente, não houve o controle da ingestão pela energia. A palatabilidade pode ter sido o fator principal na regulação do consumo, evidenciando a grande importância desta no consumo voluntário e no desenvolvimento de rações para os Callitrichídeos. O consumo de energia bruta por kg de peso metabólico foi muito superior quando comparado aos outros trabalhos encontrados. O experimento dois teve como objetivo determinar e comparar digestibilidade aparente de nutrientes de dietas completas e avaliar nutricionalmente os alimentos protéicos utilizados para *C. penicillata*. Foram utilizados 30 sagüis-de-tufo-preto (*C. penicillata*) sexados, distribuídos ao acaso em cinco tratamentos em dois períodos experimentais distintos, caracterizando um delineamento em blocos ao acaso. Foram testados quatro alimentos protéicos inclusos na ração referência, na percentagem de inclusão de 29,25% da matéria natural. Os alimentos testados foram: farelo de soja, soja micronizada, levedura de cerveja e farinha de vísceras. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os alimentos para energia digestível aparente, coeficiente de digestibilidade de matéria seca e proteína. No entanto, todos os alimentos testados apresentaram altos coeficientes de digestibilidade, podendo ser considerados como boas opções para a composição de dietas para *C. penicillata*.

Palavras chave: callitrichidae, callitrichídeos, energia, nutrição, proteína

ABSTRACT

The experiment one was conducted to evaluate and compare the consumption of dry matter energy and protein of five experimental diets for *Callithrix penicillata*. We used 30 black-tufted-ear-marmoset (*Callithrix penicillata*) sexed, distributed randomly into five experimental treatments in two different periods, featuring a design in randomized blocks. Four aliments included in the reference ration were tested, on the percentage of 29,25% of the natural matter. The tested aliments were: soybean meal, micronized soybean, and beer yeast and poultry by-products. The results show that there was a large variation in consumption of dry matter per kg of metabolic weight, which ranged from 40,15 to 47,54 g per day. Apparently, there was no control of ingestion by the energy. The palatability may have been the main factor in the regulation of consumption, emphasizing the importance of the voluntary intake and the development of diets for Callitrichideos. The gross consumption of energy per kg of metabolic weight was much higher when compared to other studies found. The experiment two aimed to determine and compare the nutrient digestibility of diets and assess nutritionally complete food protein used for *C. penicillata*. We used 30 black-tufted-ear-marmoset (*C. penicillata*) sexed, distributed randomly into five experimental treatments in two different periods, featuring a design in randomized blocks. Four aliments included in the reference ration were tested, on the percentage of 29,25% of the natural matter. The tested aliments were: soybean meal, micronized soybean, and beer yeast and poultry by-products. There were no statistically significant differences between the aliments for apparent digestible of energy, digestibility coefficient of dry matter and protein. However, all foods tested showed high digestibility coefficients, can be considered as good options for the composition of diets for *C. penicillata*.

Key words: Callitrichidae, callitrichids, energy, nutrition, protein

INTRODUÇÃO

A fauna primatológica mundial é rica, existindo mais de 270 espécies, além de numerosas subespécies, que se distribuem pelas regiões tropicais da Terra, com poucas exceções verdadeiramente subtropicais. O número de espécies, contudo, varia segundo o ponto de vista dos autores e com a descoberta de novas espécies, fato que ainda ocorre no Brasil, onde novas espécies têm sido descobertas na Amazônia e em pequenos fragmentos da Mata Atlântica de Sergipe (Fonseca et al., 1996)

O Brasil abriga a maior diversidade de primatas do mundo com mais de 70 espécies (Del claro, 2003). Estudos realizados em diferentes regiões da Amazônia mostraram que existem 14 gêneros de primatas só nesta região (Vieira, 2005).

Os primatas neotropicais são considerados indicadores ecológicos por habitarem florestas tropicais, assim, a distribuição e aspectos da conservação das espécies desses primatas são usados para avaliação de impactos antrópicos sobre este ecossistema (Del Claro, 2003). Um grande número de pesquisas realizadas nos últimos anos demonstra o rápido aumento da destruição das florestas neotropicais. Estima-se que até o ano de 2020, 50% de toda a área da Amazônia será destruída. A mudança climática está alterando os ecossistemas, tornando espécies que habitam pequenos territórios ainda mais vulneráveis à extinção (Mittermeier, 2007).

Além da destruição crescente de seu habitat natural, os primatas neotropicais estão sujeitos a captura na natureza, com o objetivo de abastecer o mercado ilegal de animais de companhia e plantel de colecionadores. Segundo a Renctas (2007a) o tráfico de animais silvestres é o terceiro maior comércio ilegal do mundo, perdendo apenas para o tráfico de armas e drogas. Este mercado ilegal de animais silvestres movimenta cerca de US\$ 10 bilhões ao ano, sendo que o tráfico desses animais só no Brasil representa aproximadamente 10% desse montante. Estima-se que o tráfico de animais silvestres no País seja responsável pela retirada anual de 38 milhões de espécimes da natureza.

A maioria dos animais silvestres brasileiros comercializados ilegalmente provém das Regiões Norte (Amazonas e Pará), Nordeste (Maranhão, Piauí, Pernambuco e Bahia) e Centro Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul). Dessas regiões são escoados para a Região Sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo) e Sul (Paraná e Rio Grande do Sul). Os principais destinos desses animais são os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, onde são vendidos em feiras livres ou exportados através dos principais portos e aeroportos (Renctas, 2007b).

Apesar de não existirem dados oficiais sobre o número de animais da fauna silvestre que são criados sem a permissão do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) no Brasil (Carciofi, 1996), estima-se existir um grande número de pequenos primatas provenientes do tráfico sendo criados em domicílios de forma inadequada como animais de estimação.

A regulamentação de criatórios comerciais pelo IBAMA tem como um dos objetivos diminuir a aquisição de animais provenientes do tráfico, que causa danos irreparáveis a nossa fauna, com risco de extinção de inúmeras espécies animais (Saad, 2003).

Um dos meios para a conservação das espécies ameaçadas seria a conservação de seus habitats ou a manutenção desses animais em cativeiro visando à reprodução (Bercovitch; Ziegler, 1989). Existem vários fatores que podem causar o insucesso reprodutivo dos mamíferos em cativeiro, como por exemplo, a redução na ingestão de alimentos, nutrição inadequada, fatores ambientais, fatores espaciais e de qualidade do recinto (Estep; Dewbury, 1996).

A importância científica dos primatas não humanos é indiscutível e estes apresentam valioso patrimônio, cujas potencialidades são facilmente percebidas através das investigações científicas, principalmente biomédicas e farmacêuticas, onde são mais utilizados (Coimbra-Filho, 2004). A proximidade filogenética entre o ser humano e os primatas não humanos proporciona estudos comparados entre as espécies. Neste sentido, os primatas neotropicais, devido ao seu tamanho e fácil manejo, são importantes modelos para pesquisas biomédicas.

Na década de 70, iniciaram-se alguns estudos com o objetivo de entender a nutrição de primatas, pois estes começavam a ser utilizados como modelo de pesquisa biomédica e na área de nutrição humana. O crescimento da importância da primatologia promoveu novos conhecimentos, que foram usados para aperfeiçoar a criação dessas espécies em cativeiro, incluindo nutrição e cuidados veterinários (Martin, 1986).

Com o grande aumento do número de pesquisas nas diversas áreas da biomedicina, utilizando primatas não-humanos, a comunidade científica teve a necessidade de estudar a criação e reprodução em cativeiro de diversas espécies de macacos, especialmente os do Novo Mundo (Álvares, 1983). Os primatas neotropicais têm sido utilizados largamente em pesquisas biomédicas tanto nos Estados Unidos da América como na Europa, esse fato por ser constatado devido ao aumento no número de publicações científicas relacionadas a esses animais nas últimas décadas (Abbott et al., 2003).

As razões para a crescente utilização biomédica dos Callitrichideos estão relacionadas ao tamanho dos animais, ao custo baixo de aquisição e manutenção, fácil reprodução e devido às particularidades fisiológicas desses animais.

O conhecimento da nutrição de animais silvestres, como um componente da ecologia e do manejo da vida silvestre é essencial para entender a sobrevivência desses animais, sejam eles de vida livre ou cativos (Robbins, 1993).

Robbins (1993) observou em uma análise das publicações relacionadas à nutrição de animais silvestres de 1935 a 1980 que 73% do total das pesquisas nessa área estão relacionadas aos hábitos alimentares e manejo de vida selvagem baseado em perspectivas nutricionais. Necessidades de água, sua ingestão e metabolismo compreendem aproximadamente 3%, minerais e vitaminas 4% e a análise de alimentos e estudos de sua utilização 7%. Estudos sobre a necessidade de energia e proteína, após a década de 50, alcançaram aproximadamente 19%.

Apesar das técnicas e do enfoque das pesquisas de hábito alimentar terem mudado ao longo dos anos, tais estudos têm continuado a perfazer a maior parte de toda a investigação nutricional de animais silvestres. No entanto, este tipo de estudo de hábito alimentar informa apenas o que é ingerido, raramente quanto, por que razão ou a importância e o

papel fisiológico dos diferentes alimentos consumidos. Assim, o uso apenas destas informações para o desenvolvimento de esquemas de manejo resulta quase sempre em falhas, em razão da necessidade de compreendermos as interações nutricionais, muito maiores e mais complexas dentro de perspectiva ecológicas (Robbins, 1993).

Os detalhes da história natural documentada no campo da biologia fornecem os tipos de alimentos consumidos pelas várias espécies, mas esse tipo de informação sem a avaliação química dos constituintes da dieta ou a avaliação da sua utilização, fornece apenas uma pequena base para os programas nutricionais em cativeiro (Dierenfeld, 1997).

As escolhas das dietas em vida livre são química, temporal e espacialmente complexas e os animais usam amplamente uma variedade de adaptações morfológicas, fisiológicas e anatômicas para utilizar esses alimentos. A nutrição na vida livre e em cativeiro estão intrinsecamente ligadas e os componentes fisiológicos e bioquímicos devem ser considerados importantes, assim como considerações ecológicas e comportamentais, na tentativa de se conhecer os requerimentos das espécies em cativeiro (Dierenfeld, 1997).

O nutricionista de animais silvestres está primeiramente interessado na interação bioquímica e fisiológica entre o animal e seu ambiente. Essa interação inclui as necessidades nutricionais que todos os animais devem adquirir do seu ambiente (Robbins, 1993).

Como ciência, o estudo da nutrição avançou rapidamente nos últimos cem anos. Na década de 90, a importância nutricional da maioria dos constituintes dos alimentos, como proteína, extrato etéreo, carboidrato e fibra foram reconhecidos, além de ter aumento o número de estudos sobre minerais. O número total de nutrientes essenciais necessários para os mamíferos é de cerca de 46, dependendo da espécie (Oftedal; Allen, 1996). A alimentação ainda é responsável pela integridade do trato digestivo, limpeza dos dentes, funcionamento intestinal e aumento do repertório comportamental (Carciofi; Saad, 2001).

Além da dificuldade de suprir os mais de 46 nutrientes essenciais, outros fatores influenciam na qualidade da dieta, como biodisponibilidade dos nutrientes, palatabilidade e aceitação pelos animais (Coimbra-Filho et al., 1981).

O desenvolvimento de um programa científico de alimentação de primatas em cativeiro é essencial para sua sobrevivência e reprodução em cativeiro. O desenvolvimento de uma dieta apropriada requer informações sobre a espécie em questão, a estrutura do trato gastrointestinal, comportamento alimentar em vida livre, preferência alimentar e a composição dos alimentos consumidos em vida livre são alguns dos itens necessários para direcionar o estabelecimento dos requerimentos em cativeiro (NRC, 2003).

O objetivo da formulação das dietas em cativeiro é integrar os hábitos naturais, morfologia e fisiologia digestiva, necessidades nutricionais e as características físicas a composição nutricional dos alimentos a serem fornecidos em cativeiro para que a dieta seja ingerida em quantidades suficientes para suprir a necessidades nutricionais dos animais (NRC, 2003).

A maioria dos programas de alimentação usa as rações extrusadas como forma de garantir a ingestão de nutrientes suficientes para garantir o suprimento das necessidades nutricionais (NRC, 2003).

O estado nutricional representa o fator de maior influência no crescimento, reprodução e longevidade de primatas não humanos em cativeiro (Ofstedal; Allen, 1996).

Uma das lacunas existentes no campo da nutrição diz respeito ao pouco conhecimento da digestibilidade aparente (Pessutti et al., 1997) e a avaliação de alimentos para manutenção de animais silvestres em cativeiro.

A avaliação dos alimentos é um dos pontos básicos mais importantes para uma boa nutrição. É através desta análise que conseguiremos informações básicas relacionadas aos alimentos e nutrientes. Um dos métodos mais antigos de avaliação dos alimentos é o método das análises proximais ou “método de Weende”, desenvolvido em 1864, na Alemanha. Este é um método de análise química simplificado, rápido e barato, que ainda é usado atualmente para avaliação da maioria dos alimentos, objetivando a formulação de rações. Através deste método é possível determinar: matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, extrato não nitrogenado, fibra bruta e cinzas (AOAC, 1995)

Ainda são raras as publicações relacionadas à nutrição, avaliação e digestibilidade de alimentos para animais silvestres no Brasil. A maioria ainda é desenvolvida em outros países, onde as condições ambientais diferem muito das condições ambientais encontradas no Brasil, o que pode afetar os resultados e dificultar a comparação entre os trabalhos.

Os objetivos gerais deste estudo são:

- Avaliar o consumo voluntário de dietas completas para *C. penicillata*;
- Determinar a energia digestível aparente das dietas e dos alimentos testados;
- Determinar e comparar a os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta, proteína, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, dos alimentos testados.

A escolha do sagüi-de-tufo-preto (*C. penicillata*) se deveu ao fato de não ser uma espécie ameaçada, de fácil aquisição em criatórios comerciais, centros de triagens, centros de reabilitação e zoológicos.

REVISÃO DE LITERATURA

1. O gênero *Callithrix*: Taxonomia, Biologia e Conservação

Como resultado de pelo menos 30 milhões de anos de evolução independente, os macacos afro-asiáticos e os neotropicais seguiram caminhos evolutivos diferentes, fato que patenteia mesmo nas características físicas, das quais talvez a mais típica seja a diferente conformação dos orifícios nasais. Muitos outros caracteres, como a cauda preênsil em alguns Platirrinos e a calosidade isquiática nos Catarrinos, distinguem morfológicamente esses dois grandes grupos de macacos (Diniz, 1997).

Os platirrinos ou primatas do Novo Mundo, ou ainda primatas Neotropicais, estão distribuídos nas regiões neotropicais da América, do México à Argentina (Mansfield, 2003), já os Catarrinos estão localizados na África e na Ásia e são comumente chamados de primatas do Velho Mundo (Rowe, 1996).

Os Platyrrinos dividem-se em cinco famílias (Callitrichidae, Cebidae, Aotidae, Phlascidae e Atelidae), 18 gêneros, 110 espécies e 205 subespécies (Rylands et al., 2000).

A família Callitrichidae acolhe os menores primatas antropóides do mundo (Auricchio, 1995) e compreende seis gêneros (*Callithrix*, *Callimico*, *Cebuella*, *Saguinus*, *Leontopithecus* e *Mico*), 41 espécies e 60 subespécies. (Rylands et al., 2000).

Os Callitrichídeos, chamados popularmente de micos e sagüis, são animais altamente adaptados à vida arbórea, com locomoção vertical pelos troncos. Suas caudas são longas apresentando comprimento de 150 a 420 mm (Nowak, 1999), e têm a função de garantir o equilíbrio do animal, não possuindo prensibilidade (Auricchio, 1995; Nowak, 1999). Com exceção do hálux, todos os dedos possuem unhas em forma de garras (Auricchio, 1995).

A pelagem é vistosa e vasta, podendo apresentar maior volume na cabeça, ou ao redor das orelhas ou então ornamento ao redor dos lábios. Todos estes ornamentos relacionam-se a sinais visuais de reconhecimento (Auricchio, 1995).

São animais de pequeno porte, possuindo um comprimento corpóreo de 180 a 300 mm e a cauda de 172 a 405 mm (Stevenson; Rylands, 1988) e pesam em média 230 a 450g (Nowak, 1999). A arcada dentária é composta por 2/2 incisivos, 1/1 caninos, 3/3 pré-molares, 2/2 molares em cada hemi-arcada, totalizando 32 dentes (Nowak, 1991; Richter et al., 1984; Rowe, 1996). São observadas algumas particularidades na dentição devido ao hábito alimentar da gomivoria, onde esses animais apresentam os incisivos inferiores longos e estreitos para assim facilitar o roer dos troncos de algumas árvores (Auricchio, 1995).

Os Callitrichídeos vivem em pequenos grupos, que variam de 1 a 19 indivíduos (Neyman, 1977), ocupam uma área de 0,5-28 hectares (Stevenson; Rylands, 1988). A alta taxa predatória e a instabilidade do meio em que vivem (Johnson et al., 1996) fazem com que estes animais possuam um sistema diferenciado para respostas rápidas, exigência essencial para animais colonizadores de ambientes emergentes e instáveis. Em seu ambiente natural, estes animais teriam como forças evolutivas a constante ameaça de predadores, dieta caracterizada por gomivoria e oportunismo alimentar (Rylands, 1986).

Todas as espécies da família são onívoras, alimentando-se de grande variedade de matéria vegetal, como os exsudatos, sementes, flores, frutos, néctar e matéria animal, como artrópodes, moluscos, filhotes de aves, mamíferos, anfíbios e pequenos lagartos. Para algumas espécies a goma das árvores constitui cerca de 50% da matéria vegetal ingerida na estação seca e pode lhes fornecer carboidratos, cálcio e alguma proteína e nestes casos são chamados de gomívoros ou exsudatívoros (Auricchio, 1995).

Apresentam boa visão, audição, e aparentemente um bom olfato. São diurnos, abrigam-se em buracos de árvores e cavidades à noite. Vive em pequenos grupos familiares, a fêmea pode acasalar-se com mais de um macho durante a época reprodutiva e todos os membros do grupo criam os filhotes cooperativamente (Nowak, 1999).

Sua distribuição geográfica pode variar de acordo com a espécie. O gênero *Callithrix* se distribui desde o nordeste do Brasil e se estende até o norte do Paraná e também aparece na Bolívia. Todos os membros do gênero *Callithrix* são arbóreos, porém algumas espécies podem descer ao solo para colher frutas ou exsudatos que caíram. Ocupam a baixa e alta

floresta, estando entre cinco até 19 metros de altura. Chegam ao topo das árvores somente em situações de emergência (Stevenson; Rylands, 1988). Habita a floresta Atlântica, floresta Amazônica, savanas amazônicas, caatinga, cerrado (Stevenson; Rylands, 1988; Auricchio, 1995), e no *chaco* na Bolívia e Paraguai (Stevenson; Rylands, 1988).

Sagüi-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*)

O *C. penicillata* também conhecido como sagüi-de-tufo-preto, mico-estrela, “black pincelled marmoset”, sagüi-do-cerrado pertence à família Callitrichidae (Stevenson; Rylands, 1988; Faria, 1986; Auricchio, 1995). O *C. penicillata* habita florestas secundárias, muitas vezes próximas às plantações de cacau. Vivem em grupos que variam entre três e nove indivíduos, em áreas equivalentes a 1,25 –10 hectares (Rowe, 1996).

O *C. penicillata* habita matas da galeria Planalto Central brasileiro, com uma distribuição variando entre os Estados do Maranhão e sudoeste Piauí a norte de São Paulo, incluindo a maior parte da Bahia, Minas Gerais e Goiás (Rylands et al., 1993).

Arborícolas e diurnos estes animais possuem o hábito de urinar próximo aos locais onde irão alimentar-se, demarcando seu território, já que existe uma competição intra-específica por exsudatos (Rowe, 1996). Demarcam seus territórios utilizando substâncias odoríferas produzidas por órgãos especializados, as glândulas cutâneas de cheiro e a urina em alguns processos.

A marcação de cheiro por fêmeas dominantes aumenta durante o período de ciclo reprodutivo, havendo, quando grávidas, um aumento da frequência de marcação até um mês antes do nascimento dos filhotes, sugerindo algum controle hormonal nas demais fêmeas durante a gestação (Costa et al., 2007).

A comunicação por meio de sinais químicos é um comportamento que ocorre aparentemente em resposta a estímulos auditivos, visuais e olfativos provenientes do meio ambiente. Ela ocorre durante encontros sexuais, enfrentamentos entre grupos rivais e em resposta a objetos novos colocados no seu meio ambiente. Estes sinais químicos são provenientes de substâncias secretadas por glândulas cutâneas de cheiro, que estão localizadas em duas áreas do corpo: na região esternal, na porção ventral-medial do tórax, logo abaixo do pescoço, e na região circungenital, que envolve a região do escroto, lábio pudendo, supra púbica e perianal (Costa et al., 2007).

Os grupos estão normalmente estruturados em torno de um casal reprodutivamente dominante e com baixos níveis de agressividade entre os integrantes. Cada grupo possui uma fêmea dominante, inibindo as demais em idade reprodutiva através de comportamentos agressivos, sinais químicos (Stevenson; Rylands, 1988). A fêmea dominante permanece com elevados níveis de progesterona, sendo então a única reprodutora, uma vez que a sua presença causa uma supressão da fertilidade das demais fêmeas. As fêmeas subordinadas mantêm-se em anestro até que a dominante seja removida (Cubas et al., 2006). Há uma grande competição entre as fêmeas dessa espécie, em menos de três dias a fêmea dominante se estabelece no grupo e mantêm ainda, níveis de cortisol superiores aos níveis das subordinadas (Smith; French, 1997). A inibição reprodutiva ocorre para que realmente todo o grupo coopere com os cuidados com os filhotes (Rylands,

1982; Abbott et al., 1993). Acredita-se ainda que o macho cuide dos filhotes com a intenção de cortejar a fêmea (Rylands, 1986).

Os Callitrichídeos, tanto os machos quanto as fêmeas, atingem a maturidade sexual entre os 14 e os 18 meses de idade e apresentam uma longevidade de mais de 10 anos (Cubas et al., 2006). São sexualmente monomórficos e seu peso varia de 300 a 450 gramas (Stevenson; Rylands, 1988).

O ciclo reprodutivo das fêmeas é de aproximadamente 30 dias, sendo que o período fértil corresponde a 2-3 dias (NOWAK, 1999). A gestação é de aproximadamente 140-150 dias (Auricchio, 1995), podendo as fêmeas parir de um a três filhotes, sendo mais comum o nascimento de gêmeos (Stevenson; Rylands, 1988; Cubas et al., 2006). Os filhotes nascem com 20 a 35g e são amamentados pelas fêmeas por cerca de 100 dias. Estudos em vida livre sugerem que os nascimentos ocorrem de agosto a novembro ou de abril a junho. (Stevenson; Rylands, 1988). Porém, em cativeiro os nascimentos podem ocorrer o ano todo (Casagrande, 2007).

Os filhotes com menos de duas semanas são carregados principalmente pela mãe, após esse período são mais carregados pelos machos adultos, saindo dele somente para se amamentar. Esse comportamento social é importante e favorece a transferência de energia para a produção de leite (Verona; Pissinatti, 2007). O desmame ocorre aproximadamente aos dois meses de idade. (Cubas et al., 2006).

Diferentemente da maioria dos mamíferos, as fêmeas não apresentam uma inibição da ovulação pós-parto pela elevação da prolactina decorrente do período de lactação (Cubas et al., 2006). Dada a ausência da supressão lactacional da ovulação, esta ocorre duas a quatro semanas após o nascimento dos filhotes. Como consequência desse fato, a fêmea pode estar lactante e gestante ao mesmo tempo (Ziegler et al., 1987; Smith; French, 1997). Caso ocorra o nascimento de novos filhotes enquanto os anteriores ainda estão dependentes, os cuidados dispensados a eles diminuem de forma repentina e significativa. (Smith; French, 1997).

As grandes famílias de sagüis são organizadas de acordo com uma hierarquia, e isso é demonstrado de várias formas, como por exemplo, virando o traseiro para outro sagüi para demonstrar sua superioridade em relação. Isso difere do hábito de alguns macacos africanos, entre os quais este gesto indica submissão (Stevenson; Rylands, 1988).

Dieta natural e o sistema digestivo do gênero *Callithrix* sp.

Os primatas são classificados em sua grande maioria como onívoros. O termo onívoro implica no consumo de alimentos tanto de origem animal quanto de vegetal. Esta classificação generalista encobre a diversidade das estratégias existentes entre esses animais que devem ser classificados como onívoros e também devem ser classificados, de acordo com a classe particular de tipos de alimentos que cada um deles se especializou (granívoros, nectívoros, gomívoros, frugívoros, folívoros, insetívoros, carnívoros). Cada uma dessas classes possui várias diferenças adaptativas anatômicas, digestivas, fisiológicas e metabólicas, devido às diferentes características das sementes, néctar, gomas, frutas, folhas e alimentos de origem animal (Oftedal; Allen, 1996).

No repertório alimentar dos Callitrichideos destaca-se comportamento peculiar às formas dos gêneros *Cebuella* e *Callithrix*, que consiste na perfuração, com os dentes incisivos inferiores, da parte superficial do lenho de certas árvores para obtenção de substâncias que fluem das lesões (Coimbra-Filho; Silva, 1984).

Os Callitrichideos são considerados, de forma geral, frugívoros-insentívoros, pois se alimentam de frutas, flores, exsudatos de plantas (Stevenson; Rylands, 1988; Sussman; Kinsey; 1984), insetos, aranhas, lesmas, lagartos, sapos, filhotes e ovos de pássaros na natureza sendo uma fonte rica em energia, proteína e gordura (Stevenson; Rylands, 1988). A frequência em que são consumidos é variada e para cada item utilizado existe uma estratégia de forrageamento ou técnica de exploração (Sussman; Kinzey, 1984).

Sabe-se que os saguis gastam cerca de 70% do seu tempo em alimentação, sendo o consumo de exsudatos a atividade predominante (Fonseca; Lacher, 1984). Miranda (1997) estudando grupos de *C. penicillata*, observou o consumo de frutos do jamelão, *Syzygium jambolana* (Myrtaceae). Foi observado também o consumo de néctar das flores de *Mabea fistulifera*, *Cecropia* spp, *Styrax* e *Caryocar brasiliense* (Miranda, 1997; Vilela, 1999). Outras fontes de alimento incluem gafanhotos (Orthoptera), pupas, louva-a-deus (Mantodea), bulbos de *Cyrtopodium* sp. (Vilela, 1999; Miranda; Faria, 2001), ovos de pássaros e aranhas (Araneae) (Miranda, 1997).

Vilela e Del Claro (2007) identificaram, no início do verão, o consumo de itens alimentares como frutos de jerivá (*Syagrus ramanzoffiana*), buriti (*Mauritia flexuosa*), e de magnólia (Magnólia sp), botões e flores de *Malpighiaceae* (*Byrsonima intermedia*, *Banisteriopsis malifolia*, *Banisteriopsis laevifolia*), exsudatos de diversas árvores (e.g. *Oratea spectabilis*) e também cupins e formigas.

Vilela e Faria (2002) observaram um total de 19 espécies de plantas arbóreas e arbustivas utilizadas por *C. penicillata* no cerrado, sendo o exsudato consumido em 11 espécies, frutos em seis espécies e néctar em duas espécies. Apesar do consumo de alimentos ocorrerem em todos os estratos, parece haver uma preferência dos micos por espécies de maior porte, como *Vochysia thyrsoidea* (Vochysiaceae), *Schefflera macrocarpum* (Araliaceae) e *Syzygium jambolana* (Myrtaceae), com aproximadamente 7 a 10 m de altura.

Ainda foram observadas, por estes mesmos autores, variações no tipo de item alimentar consumido durante as estações do ano. Houve maior uso de exsudato na estação seca e um maior consumo de frutos na estação chuvosa, como o jamelão, *Syzygium jambolana* (Myrtaceae) e a fruta de pomba, *Erythroxylum exaltatum* (Erythroxylaceae). Um fato importante registrado neste estudo foi o consumo de néctar de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) e *Styrax ferrugineum* (Styracaceae). A alimentação foi complementada com ingestão de animais invertebrados como gafanhotos (Orthoptera), louva-a-deus (Mantodea) e cupins (Isoptera).

Na transição da estação úmida para a seca, a disponibilidade de frutos diminui durante este período, esta carência é compensada pelo aumento do consumo de exsudatos (Ferrari, et al., 1996; Ferrari, 1988; Stevenson; Rylands, 1988; Vilela; Faria, 2002), brotos e folhas (Vilela; Del Claro, 2007) tanto em relação ao número de espécies de plantas utilizadas

quanto à proporção de tempo gasto para se alimentar destes tipos de alimentos (Stevenson; Rylands, 1988). O exsudato é um importante recurso alimentar para o gênero *Callithrix* (Ferrari, 1988), pois é rico em carboidratos e serve como fonte de energia especialmente em épocas de escassez de alimentos (Coimbra-Filho; Mittermeier, 1977). O néctar se assemelha ao exsudato em termos de valores nutricionais, porém com valor energético mais baixo (Ferrari; Strier, 1992).

Existem quatro tipos de exsudatos que são liberados pelas plantas quando sofrem dano físico, que são estruturalmente, quimicamente e nutricionalmente diferentes um do outro: seiva, goma, resina e látex. A seiva é o nome comum dado para o exsudato oriundo do floema e xilema, é solúvel em água e possui relativamente alto teor de carboidratos simples. A resina é derivada de metabólitos fenólicos e terpenóides, não sendo consumida por nenhuma espécie de primata. A goma é solúvel em água e alta concentração em carboidratos complexos, compostos por polissacarídeos não-amiláceos e de poliamiláceos, apresenta baixa concentração de proteína, lipídeos, vitaminas, no entanto fornece alguns minerais, como por exemplo, o cálcio. Muitas das espécies da família das angiospermas produzem gomas. O látex, assim como a goma contém alta concentração de carboidratos complexos, mas freqüentemente possui resina e por isso é raramente consumida pelos primatas (Stevenson; Rylands, 1988; Lambert, 1996). A utilização da energia oriunda da goma necessita de fermentação por microrganismos no intestino, uma vez que esse exsudato é resistente às enzimas digestivas dos mamíferos (Power; Oftedal, 1996).

A matéria seca dos exsudatos é basicamente composta de polissacarídeos não-amiláceos, que é geralmente processado (parcialmente fermentáveis) indiretamente pelos mamíferos. Assim como os polissacarídeos não-amiláceos a digestão das gomas é realizada por fermentação microbiana em compartimentos dentro do trato gastrintestinal onde a digesta é retida por tempo suficiente para permitir o desenvolvimento dos microorganismos envolvidos. Mamíferos com pequeno tamanho corporal, particularmente com menos de 500 gramas, como os Callitrichídeos, apresentam alta necessidade energética que está associada com a rápida perda de calor devido à grande área relativa de superfície corporal que possuem (Hume, 1989).

Com relação à dentição e mordedura, os Callitrichídeos desse gênero apresentam os caninos inferiores curtos e os incisivos inferiores longos. Dotados dessa particular mordedura, os Callitrichídeos são capazes de perfurar a casca e fazer buracos em troncos e galhos de árvores, o que possibilita acesso à goma como fonte de alimento (Coimbra-Filho, 1972; Coimbra-Filho; Mittermeier, 1976).

Nos Callitrichídeos o intestino grosso possui calibre maior que o intestino delgado, apresenta um ceco bem desenvolvido, com o calibre igual ao do cólon e apresenta disposição das alças em “U” invertido (Caton et al., 1996).

Os autores consideram que o ceco e o cólon são bem desenvolvidos nos Callitrichídeos devido a uma resposta adaptativa à ingestão de alimentos que necessitam de fermentação microbiana, devido à ingestão dos exsudatos (Caton et al., 1996; Ferrari; Martins, 1992; Ferrari et al., 1993; Power; Oftedal, 1996).

Quando analisamos os mecanismos fisiológicos necessários para processar os polissacarídeos do exsudato, o conceito de digestão ótima pode ser usado para prever a estratégia que permitirá o animal de um dado tamanho maximizar a energia do alimento ingerido (Hume, 1989). De acordo com Caton (1996), baseado neste conceito, três importantes fatores apresentam implicação para os Callitrichídeos:

- O tempo ótimo de digestão irá variar entre os alimentos consumidos, será maior para alimentos de baixa qualidade, como os exsudatos e outros itens que contenham polissacarídeos complexos que só são degradados por fermentação microbiana, do que em alimentos de alta qualidade, como as frutas, presas animais que são rapidamente digeridas pelas próprias enzimas do animal;
- Se a capacidade do intestino for limitada, como em muitos pequenos mamíferos, a estratégia será maximizar a taxa de digestão, selecionando alimentos de alta qualidade;
- Em um dado momento da ingestão, o animal deve maximizar o tempo de retenção do alimento, para maximizar a taxa de obtenção de energia. Isto será longo para alimentos pobres, sendo necessária a fermentação microbiana.

Com 350 gramas de peso vivo, estes fatores representam um dilema para os Callitrichídeos, pois eles necessitam dos dois processos digestivos: o rápido e o lento (Caton, 1996). Esta adaptação permite grande flexibilidade na capacidade de conseguir os nutrientes necessários dos alimentos, tanto na natureza como no cativeiro. Os Callitrichídeos em cativeiro, sendo essencialmente gomívoros, mesmo não tendo acesso aos exsudatos de plantas, podem apresentar um estado nutricional adequado (Knapka et al., 1995).

2. Necessidades Nutricionais

Antes do desenvolvimento de uma dieta para Callitrichídeos cativos, deveria haver o estudo das categorias, quantidade e o conteúdo nutricional dos alimentos ingeridos em vida livre, que podem ser consideravelmente diferentes do conteúdo nutricional dos alimentos disponíveis em cativeiro.

Geralmente, os frutos consumidos em vida livre apresentam um elevado teor de fibra e menores teores de açúcares do que os cultivados para o uso humano (Calvert, 1985). Os frutos consumidos pelos Callitrichídeos em vida livre, na maioria das vezes são menos maduros do que os disponíveis em cativeiro. O amadurecimento aumenta o nível do açúcar em frutas frescas e pode ajudar a explicar por que razões Callitrichídeos alimentados com frutos em cativeiro desenvolvem a síndrome do emagrecimento progressivo (Crissey et al., 2003). Os tipos e a variedade dos produtos alimentares oferecidos limitam a dieta dos Callitrichídeos cativos. Estudos com uma variedade de mamíferos de laboratório mostraram que o animal não necessariamente seleciona os alimentos com base nos teores de nutrientes contidos naquele alimento (Price, 1992). Por isso, é possível afirmar com segurança que os Callitrichídeos cativos não irão selecionar, necessariamente, os itens alimentares de acordo com conteúdo nutricional. Em vez disso, os animais poderão selecionar os itens consumidos com base no teor de açúcar e no teor de gordura. Dessa

maneira, é importante ofertar alimentos que complementem uns aos outros nutritivamente (Crissey et al., 2003).

É sugerido por Crissey et al. (2003) que as necessidades energéticas para sagüis é maior quando comparada aos outros Primatas do Novo Mundo. Morin (1980) relatou que a necessidade energética para sagüis é de 150-160 Kcal/kg de massa corporal/dia. Contudo, a quantidade de energia necessária está diretamente relacionada à digestibilidade dos alimentos consumidos. A energia digestível de uma dieta artificial fornecida a uma variedade de Callitrichideos variou entre 71-86% (Crissey et al., 2003). Power (1991) indicou que a mudança na digestibilidade da energia está correlacionada ao tamanho corporal. Quanto menor o tamanho corporal, menos energia foi digerida, ao contrário ocorre quanto maior o tamanho corporal.

Nievergelt e Martin (1999), em um estudo realizado com *Callithrix jacchus* mantidos em casal, determinaram que durante o ciclo ovariano a energia consumida pelos machos foi de 95,56 kcal/kg^{0,75} por dia e para as fêmeas de 86,35 kcal/kg^{0,75} por dia. Estes valores são menores quando comparados aos valores encontrados por Portman (1970) e Petry et al. (1987), que são de 160,4 e 123,7 kcal/kg^{0,75} por dia, respectivamente.

Um maior consumo de energia ingerida foi observado em animais mantidos socialmente isolados, quando comparado a Callitrichideos mantidos em grupo (Kirkwood; Underwood, 1985, *apud*, Nievergelt; Martin, 1999). As fêmeas durante o período de gestação ingeriram 72,01 kcal/kg^{0,75} por dia não diferindo significativamente do período de ciclo ovariano. No entanto, durante o período de lactação, as fêmeas aumentaram significativamente a energia ingerida (129,81 kcal/kg^{0,75} por dia – 174,17 kcal/kg^{0,75} por dia)

A quantidade de alimento que pode ser ingerido por dia para manutenção está relacionado à digestibilidade do alimento. A digestibilidade aparente da energia, em cinco espécies de Callitrichideos alimentados com uma dieta de laboratório, foi em torno de 71 a 86% e valores para a energia digestível de 169-310 kcal/PV/dia (Power, 1991, *apud* Crissey, 2003).

A necessidade protéica está ligada à quantidade de aminoácidos essenciais, a digestibilidade da proteína na dieta e a presença de compostos secundários nas plantas, como o tanino (Sturman, 1993).

Os platirrinos são considerados primatas que necessitam de níveis elevados de proteína na dieta (Coimbra-Filho; Maia, 1977). Sugerem-se valores em torno de 20% de proteína (Clapp; Tardif, 1985).

As necessidades protéicas para sagüis-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*) adultos em manutenção para balanço de nitrogênio foi de 6,6% ou 2,5 g/PV_{kg}/dia (Flurer; Zuckers, 1988). Estes autores ainda observaram o consumo de fezes quando a dieta continha menos de 6% de proteína ou quando havia a falta de um ou mais aminoácido.

Estudos experimentais recomendam o uso de 4,2-10% de fibras nas dietas de Callitrichideos (Clapp; Tardif, 1985).

Na tabela 1, encontram-se as necessidades nutricionais estimadas para sagüis apresentadas no NRC, 2003.

Tabela 1. Necessidades nutricionais estimadas para Callitrichideos, segundo NRC (2003)^a

Nutriente	Callitrichidae
	Sagüi
Proteína Bruta (%)	7 ^b /12-18 ^c
FDN (%)	10
FDA (%)	5
Iodo mg/kg	0,65 ^d
Vitamina D ₃ , UI/kg	2400 ^d
Vitamina E, UI/kg	> 95-130 ^e

^avalores estimados, considerando a energia metabólica aparente sendo de 4 kcal/g de matéria seca. ^b Valores seguidos de letras subscritas são derivados de estudos com animais adultos em manutenção e ^c crescimento. Valores sem letras subscritas são indicados para todas as fases.

^d menor concentração testada.

^e menor concentração inadequada, maior concentração adequada.

3. Avaliação de Alimentos

A formulação de rações deve levar em consideração dois pontos importantes: o conhecimento de suas necessidades nutricionais e dos nutrientes disponíveis em cada ingrediente ou matéria-prima utilizada na elaboração da dieta (Saad et al., 2007). A formulação de dietas para Callitrichideos ainda baseia-se em conhecimentos empíricos e informações de pesquisas relacionadas a outras espécies.

Não foi encontrado nenhum trabalho científico sobre a digestibilidade de ingredientes protéicos para primatas. O conhecimento da digestibilidade da matéria seca de um alimento para determinada espécie direciona a escolha de ingredientes mais adequados para a formulação de dietas (Saad et al., 2007). Como a origem e o processamento dos ingredientes são fatores determinantes para sua qualidade e digestibilidade (Johnson et al., 1998), a ausência de informações sobre o aproveitamento destas matérias-primas, especialmente as de origem animal, dificulta a formulação de dietas para primatas.

O cuidado no conhecimento acurado do conteúdo químico e energético dos alimentos deve ser redobrado quando se faz uso principalmente de subprodutos de origem animal, haja vista a pouca padronização desses alimentos, cujos valores nutritivos variam conforme o processamento a que são submetidos e ao tipo e às proporções de seus constituintes. Alguns ingredientes são padronizados, com valores nutricionais bem estáveis, enquanto outros não são padronizados e podem apresentar grande variação, tornando indispensável a determinação de sua composição química e de seu valor nutricional (Albino; Silva, 1996).

Segundo Junqueira (1999), há grande variação entre os valores energéticos apresentados nas diversas tabelas de exigências de composição química, dificultando a comparação entre os nutrientes presentes nos alimentos. Por isso, vários estudos têm sido desenvolvidos visando atualizar os valores nutricionais dos alimentos comumente utilizados na alimentação animal e conhecer o valor nutricional de novos ingredientes, tornando as tabelas mais completas e com valores mais precisos.

Na formulação de rações, é fundamental conhecer o valor nutritivo dos alimentos. Para isso, devem ser determinadas a composição química, a disponibilidade dos nutrientes e a concentração energética dos alimentos (Albino et al., 1992). A determinação dos valores energéticos e da composição química dos alimentos é essencial para o correto balanceamento de rações, já que o valor nutritivo do alimento está diretamente relacionado com esses dois fatores (Albino et al., 1991).

Atualmente, são poucas as rações disponíveis no mercado que levam em consideração as diferenças entre os hábitos alimentares, necessidades nutricionais, trato gastrintestinal, fisiologia existente entre as diferentes espécies ou ao menos de cada família.

Para a nutrição animal, todos os nutrientes são importantes, mesmo que sejam exigidos em pequenas quantidades, mas a avaliação dos alimentos tem sido orientada a energia, que representa o alimento como um todo, e ao conteúdo de proteína, principalmente os aminoácidos essenciais, como parte da matéria orgânica, porque os dois são os componentes mais importantes das dietas em termos quantitativos (Mejia; Ferreira, 1996).

Para se formular rações mais eficientes e atender adequadamente às exigências nutricionais dos animais, é necessário conhecer com maior precisão, dentre outros, os valores energéticos dos alimentos, que podem ser determinados por meio de métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos ou convencionais requerem a utilização de uma bomba calorimétrica e de ensaios metabólicos, sendo metodologias trabalhosas, demoradas e dispendiosas e, em contrapartida, como método indireto, surgem as equações de predição, que são baseadas na composição proximal dos alimentos, obtidas rotineiramente em laboratórios, considerada uma alternativa rápida, prática e econômica na avaliação nutricional dos alimentos. Vários pesquisadores têm desenvolvido equações para estimar a energia metabolizável através de sua composição proximal (NRC, 1994), porém, existem poucos relatos que venham validar tais equações em novas determinações (Zonta et al., 2006).

Os ensaios de desempenho têm sido utilizados em pesquisa científica para avaliar os alimentos e determinar as exigências nutricionais. Nesses ensaios, são elaboradas dietas experimentais que são fornecidas aos animais para avaliar o seu desempenho. Com base no desempenho, podem ser definidos os níveis de inclusão dos alimentos na dieta ou as exigências nutricionais (Sakomura; Rostagno, 2007).

Avaliação da digestibilidade dos alimentos

Segundo Carciofi (1996), os experimentos de digestibilidade foram desenvolvidos visando determinar a biodisponibilidade dos diversos nutrientes e o objetivo de tais procedimentos é conhecer a utilização dos nutrientes presentes em um alimento, definindo desta forma seu valor nutricional. A estimativa do desempenho animal em resposta a uma alimentação, bem como a determinação de seu valor nutritivo, requer o conhecimento da biodisponibilidade de seus nutrientes. A disponibilidade dos nutrientes pode variar de acordo com a espécie animal, tipo de trato gastrintestinal, tipo de dieta, idade, estado fisiológico, temperatura ambiental, nível de consumo, processamento do alimento, necessidades nutricionais, doenças, parasitas e estresse.

As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (Andrigueto et al., 1982). Esses autores afirmaram que a digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos na mesma. De acordo com Cho (1987), a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima, é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração. Estudos demonstram que ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresentar diferentes coeficientes de digestibilidade. Tais resultados devem ser considerados quando da formulação das rações, a exemplo das demais espécies de monogástricos.

O método de coleta total de fezes e urina é um dos métodos mais utilizados para determinar a digestibilidade de nutrientes. O método de coleta total baseia-se no princípio de mensurar o total de alimento consumido e o total de excretas produzidas durante certo período de tempo (Sakomura; Rostagno, 2007).

Um ponto importante na acurácia da grande maioria das metodologias diretas para estimar digestibilidade é uma quantificação correta das fezes e urina, com duas alternativas metodológicas: colheita total ou utilização de indicadores (Schang, 1987).

Uma alternativa para o método de coleta total de fezes, urina ou excretas é a determinação da digestibilidade através de uma relação entre substâncias indigestíveis presentes no alimento e nas fezes ou excretas. Essas substâncias indigestíveis, denominadas indicadores, são utilizadas para determinar um fator de indigestibilidade e, com este, estimar a quantidade de fezes ou excretas que corresponde a uma unidade de ração consumida. Posteriormente, calcula-se a quantidade de nutriente presente na dieta que foi digerida e absorvida pelo animal (Sakomura; Rostagno, 2007).

4. Metodologias de avaliação do conteúdo energético e protéico dos alimentos

Energia

Quando as moléculas orgânicas são oxidadas, a energia produzida é usada nos processos metabólicos dos animais. Dentre os constituintes dos alimentos, os carboidratos, os lipídeos, as proteínas (aminoácidos) e parte da fibra são fornecedores de energia para o organismo animal. No entanto, nem toda energia produzida pela oxidação dos nutrientes pode ser aproveitada pelos animais (Sakomura; Rostagno, 2007).

Segundo o National Research Council (NRC, 2003), a energia não é propriamente um nutriente, mas sim uma propriedade, na qual os nutrientes produzem energia quando oxidados pelo metabolismo.

A energia presente nos alimentos, produto resultante da transformação dos nutrientes durante o metabolismo, é um dos fatores mais importantes na nutrição animal (Rodrigues et al., 2002). É consenso entre os nutricionistas que a energia é um dos fatores limitantes do consumo e de que ela é utilizada nos mais diferentes processos, que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr. et al. 1998).

A energia bruta (EB) é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos alimentos. A energia digestível (ED) representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão nos animais. É determinada pela diferença entre a EB do alimento consumido e a EB das fezes. A energia metabolizável (EM) é obtida pela diferença entre a EB do alimento e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão. A EM pode ser determinada e expressa como energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável verdadeira (EMV). A EMV é obtida pela diferença entre a EB do alimento consumido e a EB da excreta (fezes e urina), corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena. A energia líquida (EL) é obtida da EM menos a energia perdida como incremento calórico (IC). O IC, de uma forma geral, representa toda perda de energia durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (Sakomura; Rostagno, 2007).

A energia, além de representar o combustível necessário e indispensável para o cumprimento de todas as funções vitais, tem participação ativa na regulação do consumo. Uma maior concentração energética resulta em uma diminuição de consumo, embora a ingestão de energia apresente-se praticamente constante. Esse ajuste de consumo resulta-se menos preciso em algumas condições, especialmente em casos extremos de concentração ou diluição ou em condições de estresse calórico (Schang, 1987).

Dos vários métodos comumente utilizados na determinação dos valores energéticos dos alimentos, Sakomura e Rostagno (2007) citam os métodos de colheita total de excretas, a utilização de indicadores e as equações de predição.

O método de colheita total descrito por Sibbald e Slinger (1963) é um dos métodos mais utilizados para determinar a digestibilidade de nutrientes assim como os valores de energia digestível e metabolizável das rações ou dos ingredientes para aves, suínos e outros monogástricos.

Para determinação dos valores energéticos de um alimento são utilizadas duas dietas, uma dieta referência e outra teste, obtida pela inclusão de uma percentagem do ingrediente em estudo em substituição à referência. Dois métodos têm sido usados para substituir o ingrediente-teste, um proposto por Anderson et al. (1958) e outro por Sibbald e Slinger (1963). No método de Anderson et al. (1958) o ingrediente-teste é substituído por glicose monoidratada, o valor de energia atribuído à glicose é de 3,65 kcal/g e a dieta contém 50% de glicose. No método proposto por Sibbald e Slinger (1963), o alimento-teste é substituído por uma parte da dieta-referência. Contudo, para evitar deficiências de vitaminas e minerais, a substituição não inclui esta parte da dieta (Sakomura; Rostagno, 2007).

A utilização de indicadores para determinar o conteúdo energético dos alimentos é uma opção quando é impossível ou inconveniente mensurarmos a ingestão ou coletarmos totalmente as excretas. O método depende do uso de uma substância de referência, denominado indicador. Este deve ser indigerível, inabsorvível, atóxico, dispersar-se uniformemente no alimento e nas fezes, passar pelo trato gastrointestinal na mesma velocidade que o alimento e ser de fácil determinação tanto no alimento como nas excretas (Carciofi, 1996).

Normalmente, a composição dos alimentos utilizados na formulação de rações é baseada em dados de Tabelas (NRC, 1994; Rostagno, 2005). Entretanto, a composição dos alimentos apresenta variações entre as tabelas de composição de alimentos. Estas diferenças podem ser atribuídas às variações na composição entre as partidas em consequência dos tipos de matérias primas utilizadas e também das mudanças no processamento destes alimentos (Sakomura; Rostagno, 2007).

A equação de predição do conteúdo energético com base em parâmetros químicos e físicos dos alimentos é um método indireto para estimar a energia metabolizável. É uma importante ferramenta para formulação de ração, já que os demais métodos necessitam realizar um ensaio biológico e dependem de metodologias de difícil execução pela indústria, além do maior tempo para obter os resultados (Sakomura; Rostagno, 2007). Porém, Sibbald (1980) critica o método, uma vez que é considerada a mesma digestibilidade para proteínas, carboidratos e gorduras dos alimentos.

Proteína

As proteínas são as moléculas mais abundantes e com maior diversidade de funções nos sistemas vivos, elas são macromoléculas compostas por combinações de aminoácidos. Do ponto de vista nutricional, o que distingue uma proteína de outra é o seu aporte de aminoácido. Embora mais de 300 diferentes aminoácidos tenham sido descritos a partir de fontes naturais, apenas 20 deles são normalmente encontrados como constituintes de proteínas em mamíferos e somente 10 são considerados dieteticamente essenciais para os animais não-ruminantes (Champe et al., 2006; Sakomura; Rostagno, 2007).

A exigência de um nutriente pode ser definida pela quantidade do mesmo a ser fornecida na dieta para atender as necessidades de um animal em condições ambiente compatível com a boa saúde do animal (Sakomura; Rostagno, 2007).

Além da quantidade de proteína na dieta, sua qualidade também assume um grande peso na determinação das exigências. A eficiência nutricional de uma proteína é resultante de dois processos: a utilização digestiva e a utilização metabólica. O organismo utiliza em graus diversos a proteína que ingere, assimilando o que lhe é conveniente e rejeitando o resto. O valor biológico de uma proteína expressa sua taxa de utilização anabólica e traduz o suprimento das necessidades protéicas, isto é, quando o valor biológico de uma proteína é elevado, menos proteína se gasta para atender as necessidades protéicas do animal adulto e a protogênese do animal jovem em crescimento (Saad, 2003).

A proteína ideal é um conceito antigo proposto por Mitchell (1964) para otimizar a utilização da proteína da dieta. Aporte ideal de aminoácidos pode ser usado para maximizar a síntese protéica em diversas situações, prevenindo a utilização desta como fonte energética (Oldham et al., 1997). De acordo com Emmert e Baker (1997) a proteína ideal pode ser definida como o balanceamento exato dos aminoácidos, com o objetivo de satisfazer as necessidades absolutas de todos os aminoácidos para manutenção, para ganho máximo de proteína corporal, o que reduz o uso de aminoácidos como fonte de energia e diminui a excreção de nitrogênio.

Os métodos usados para determinar as exigências nutricionais dos animais monogástricos têm sido: o método dose-resposta, o qual determina as exigências com base na resposta do desempenho dos animais alimentados com dietas contendo níveis crescentes do nutriente estudado; e o fatorial, baseado no princípio de que o animal necessita de nutrientes para a manutenção dos processos vitais e atividades, crescimento ou produção (Sakomura; Rostagno, 2007).

O método dose-resposta é baseado na resposta do animal ao aumento na ingestão de um determinado nutriente. Segundo Euclides e Rostagno (2002), a adição de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove crescimento do animal até que sua exigência seja atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente, poderá ocorrer uma perda de peso do animal.

O método dose-resposta é aplicado em ensaios de alimentação, nos qual é avaliado o desempenho do animal. Para a condução dos ensaios, são necessários conhecimentos relacionados ao delineamento experimental, dietas, variáveis avaliadas e análises dos dados (Sakomura; Rostagno, 2007).

A utilização do método dose-resposta para estimar as necessidades apresenta uma série de vantagens como a simplicidade para o caso de aplicação das tabelas clássicas e a adaptabilidade as próprias circunstâncias, entretanto tem a desvantagem de possuir grande imprecisão e um elevado custo econômico (Santomá, 1991).

O método tradicionalmente utilizado para definir as exigências dos monogástricos tem sido o dose-resposta, entretanto fatores como ambiente, clima e genética afetam a determinação das exigências, dificultando o estabelecimento dos níveis nutricionais, sendo necessário repetir as pesquisas em várias condições para melhor defini-las (Sakomura; Rostagno, 2007).

Santomá (1991) cita que o método fatorial constitui a base para os diversos modelos matemáticos que foram desenvolvidos para estimar exigências nutricionais. Esse método consiste em determinar as necessidades de proteína e de aminoácidos como a soma das necessidades para as distintas funções as quais se destinam cada um deles, como necessidades para deposição e reciclagem tecidual. A expressão matemática que expressa o modelo fatorial seria:

$$P_c = (P_{d1}/e_1 + P_{d2}/e_2 + \dots) + b \times P \text{ onde:}$$

P_c = consumo de proteína

P_{di} = proteína depositada

e_i = eficiência com que a proteína é depositada

b = necessidade para manutenção, por unidade de peso vivo

P = peso vivo

A utilização desse modelo supõe a estimativa de muitos parâmetros cujos valores são bastante imprecisos (Saad, 2003).

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE RAÇÕES PARA SAGÜI-DE-TUFO-PRETO (*Callithrix penicillata*) E A REGULAÇÃO DA INGESTÃO PELA ENERGIA.

INTRODUÇÃO

Atualmente, são poucas as rações disponíveis no mercado que levam em consideração as diferenças entre os hábitos alimentares, necessidades nutricionais, trato gastrointestinal, fisiologia existente entre as diferentes espécies ou ao menos de cada família.

Dessa maneira, é necessário o desenvolvimento de rações que atendam as necessidades nutricionais, estágio fisiológico desses animais, levando em conta seus hábitos alimentares, fisiologia, anatomia do trato gastrointestinal.

Em cativeiro, o fornecimento de alimentos é feito muitas vezes de maneira excessiva e desbalanceada nutricionalmente. O que se pode observar em cativeiro é o fornecimento de frutas, que pode ser complementada com alguma fonte protéica, como ração de cachorro, ovo, carne. Esse tipo de dieta permite aos animais selecionar o que é mais palatável. Além disso, em animais criados em grupo, o casal dominante acessa primeiro o cocho, selecionando os alimentos mais palatáveis, assim os animais subordinados, que acessam o cocho posteriormente encontram menos opções de alimentos e conseqüentemente ambos podem ingerir uma dieta desbalanceada. Esses fatos podem levar a doenças nutricionais freqüentemente observadas em *Callitrichideos* cativos como escorbuto, que é causado pela deficiência de vitamina C. Os primatas, bem como o homem, as cobaias e alguns morcegos são os únicos mamíferos conhecidos, incapazes de sintetizar o ácido ascórbico devido à ausência da enzima hepática L-gulonolactona-oxidase, que catalisa a conversão da L-gulonolactona em ácido ascórbico. Em conseqüência disto, necessitam de vitamina C dietética para prevenção do escorbuto (Marcus; Coulston, 1991).

Apesar de frutas, verduras e legumes normalmente serem fornecidos aos animais em cativeiro, sabe-se que a vitamina C é a mais instável das vitaminas por ser sensível aos agentes físico-químicos como a luz, oxigênio e o calor (Pilon, 2003). Klein (1987) cita que a perda de sua estabilidade pode ser conseqüência de vários fatores, como o rompimento celular por dano ao tecido, corte ou moedura. Dessa forma, o manejo e o fornecimento incorreto dos alimentos podem resultar na deficiência nutricional da vitamina C.

O ácido ascórbico, na sua forma pura, é bastante instável, sendo facilmente destruído por temperaturas elevadas, luz, umidade, micro elementos e lipídios oxidados (Tacon, 1991). Estes fatores também contribuem para as perdas de ácido ascórbico na ração durante o processo de industrialização e posterior armazenamento (Skelbaek et al., 1990; Tacon, 1991; Masumoto et al, 1991). Trabalhos demonstram que as formas protegidas (ácido ascórbico-2-sulfato, ácido ascórbico-2-monofosfato, ácido ascórbico-2-difosfato, ácido ascórbico-2-trifosfato) são as mais estáveis e resistentes ao processo de

industrialização e armazenamento e podem, desta forma, ser incorporadas em menores quantidades nas rações (Matusiewicz et al., 1995; O'Keefe, 2001).

Deve-se levar em consideração que em cativeiro as necessidades nutricionais dos Callitrichídeos diferem daquelas em vida livre. Em vida livre, esses animais consomem uma dieta composta de grande variedade de matéria vegetal, como os exsudatos, sementes, flores, frutos, néctar e matéria animal, como artrópodes, moluscos, filhotes de aves, mamíferos, anfíbios e pequenos lagartos (Auricchio, 1995). Além disso, em vida livre a atividade destes animais é muito intensa, passam a maior parte do tempo se locomovendo (Miranda, 1997) e despendem mais que 60% do dia em atividades de forrageamento, que é praticamente ausente em animais cativos (Reinhardt, 1993; Sgai, 2007). Dessa maneira, as necessidades energéticas dos animais em cativeiro são muito menores quando comparadas aos de vida livre.

O objetivo da formulação das dietas em cativeiro é integrar os hábitos naturais, morfologia e fisiologia digestiva, necessidades nutricionais e as características físicas a composição nutricional dos alimentos a serem fornecidos em cativeiro para que a dieta seja ingerida em quantidades suficientes para suprir as necessidades nutricionais dos animais (NRC, 2003).

Além da dificuldade de suprir os nutrientes essenciais, outros fatores influenciam na qualidade da dieta, como biodisponibilidade dos nutrientes, palatabilidade e aceitação pelos animais (Coimbra-Filho et al., 1981).

A energia presente nos alimentos é um produto resultante da transformação dos nutrientes pelo metabolismo, sendo um dos fatores mais importantes a serem considerados na nutrição animal. É consenso entre os nutricionistas que a energia é um dos fatores limitantes do consumo e de que ela é utilizada nos mais diferentes processos, que envolvem desde a manutenção dos animais até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr. et al., 1998).

Segundo Nunes (1998), *apud* Saad et al. (2007) o consumo de energia metabolizável é bem estabelecido em animais não ruminantes adultos. Se existe um aumento da concentração de energia da dieta, o consumo de energia líquida não é alterado, pois se reduz o consumo de matéria seca dessa dieta.

Caso ocorra uma diminuição da densidade energética da dieta, espera-se que o consumo aumente, entretanto, a palatabilidade é um fator que pode também interferir no consumo voluntário do animal, sobrepondo-se ao teor energético da dieta (Nunes, 1998, *apud* Saad et al., 2007).

Na natureza o animal procura o alimento que satisfaça às suas necessidades e o seu gosto. Em cativeiro o animal fica restrito a um tipo de alimentação. A determinação teórica do consumo ideal do alimento é realizada através da concentração calórica do alimento associada às necessidades do animal. Para a determinação da necessidade calórica do animal Brody et al. (1934) desenvolveram uma fórmula, mais tarde adaptada por Kleiber (1961) na qual relacionava o peso corporal com a superfície corporal, com o intuito de identificar as perdas do calor corpóreo.

Normalmente, com o aumento do peso vivo (PV) ocorre aumento do consumo diário de matéria seca, pois animais mais pesados apresentam maior capacidade do trato gastrointestinal e necessitam de maior quantidade de energia para manutenção (Brody, 1945; Kleiber, 1975; Forbes, 1995). Entretanto, quando expresso em porcentagem do PV ou em g/kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$), o consumo reduz de forma linear conforme o aumento do peso vivo, o que está relacionado ao fato de que animais de menor tamanho corporal apresentam maior superfície corporal relativa (superfície corporal/peso vivo), portanto são mais exigentes energia por unidade de ($PV^{0,75}$) (Cabral et al., 2008).

Brody (1945) e Kleiber (1975) acrescentaram que animais de menor peso possuem maior proporção de tecidos metabolicamente ativos (órgãos e vísceras) em comparação a animais mais pesados, os quais apresentam maior proporção de tecidos de sustentação, que por sua vez, são menos metabolicamente ativos. Além disso, a deposição de tecido varia em cada fase da vida do animal; animais mais jovens depositam mais músculo (proteína e água) que gordura, enquanto animais mais velhos, geralmente após a puberdade, retêm maiores quantidades de gordura que músculo (Brody, 1945).

Novas teorias têm surgido buscando elucidar os mecanismos de controle da ingestão de alimentos. Conhecendo os dados de consumo e as variáveis que nele interfere, temos o embasamento técnico essencial para propormos manipulações na formulação e alternativas de manejo que contornem eventuais depressões ou aumentos na ingestão de alimentos (Borges, 1999).

Segundo Borges (1999), o sistema de controle de ingestão é representado por duas regiões do hipotálamo: hipotálamo lateral, centro da fome e hipotálamo ventromedial, centro da saciedade. Estes dois centros possuem ações complementares. Quando o animal demonstra apetite, o centro da fome é dominante e o centro da saciedade é inibido. Por outro lado, à medida que o animal se alimenta, o centro da saciedade vai inibindo o centro da fome. O hipotálamo pode receber informações através de sinais quimiostáticos e sinais de distensão ou de repleção do trato digestivo.

Os fatores que influenciam o consumo voluntário são muitos e seu estudo envolve conhecimentos multidisciplinares. Para explicar alguns dos mecanismos de regulação de ingestão de alimentos pelo cérebro, há algumas teorias propostas por Carvajal, 1990, Borges, 1999, Church, 1993:

- Teoria termostática: considerada que o aumento da temperatura corporal pós ingestão atua como um mecanismo em curto prazo inibindo a ingestão.
- Teoria quimiostática: segundo essa teoria, o aumento da concentração sanguínea de metabólicos estimularia receptores químicos que ativariam o centro da saciedade ocasionando a interrupção na ingestão de alimentos.
- Teoria lipostática: essa teoria sugere que a quantidade de gordura se correlaciona negativamente com a ingestão de alimento, atuando como um mecanismo em longo prazo.
- Teoria hormonal: os estrógenos a baixos níveis podem estimular a ingestão, enquanto que níveis elevados têm um efeito depressor da mesma. Isso explica a diminuição da ingestão observada nas épocas de pré-parto em muitas espécies, assim como seu progressivo aumento depois do parto. A insulina parece ter efeito regulador positivo sobre

o consumo de alimento, possivelmente ao causar uma hipoglicemia. A respeito dos hormônios gastrintestinais, a colecistoquinina tem um claro efeito depressor da ingestão.

Considerável parcela das atividades químicas e físico-químicas do organismo destina-se a proporcionar nutrientes para sua manutenção. A ela se junta as necessidades nutricionais para o crescimento e as diversas produções. A exigência energética de manutenção é a base para cálculo dos requerimentos totais de nutrientes. Sua determinação se faz a partir da medição da quantidade de calor produzido pelo animal em repouso total (não dormindo e fora dos processos digestivos ou de absorção relativos à refeição anterior, e em equilíbrio térmico com o ambiente em que se encontra (Lloyd et al., 1978). Nessas condições, as necessidades são atendidas pela utilização de energia dos tecidos do corpo, supostamente com dispêndio mínimo, para evitar desgastes, garantindo apenas as atividades vitais, que é conceituado como metabolismo basal.

O conhecimento atualmente disponível sobre o metabolismo de vertebrados é muito vasto e baseia-se em grande parte em trabalhos de Kleiber, realizado nas décadas de 30 e 40. Esse pesquisador demonstrou que a relação entre a taxa metabólica e a massa corporal não é linear e propôs o expoente de massa 0,75 para expressar o metabolismo basal com relação à massa corporal, em comparações interespecíficas (Feldman; McMahon, 1983; Withers, 1992), sendo que a taxa metabólica é uma das variáveis fisiológicas mais comumente medidas, existindo uma imensa quantidade de informações referentes às taxas metabólicas dos mais diversos animais, sob uma ampla variedade de condições.

Kleiber (1975), explorando o conceito de peso metabólico, concluiu que a taxa metabólica basal poderia ser expressa como $70 \times PV^{0,75}$ kcal por dia, tanto para um rato que pesa 0,021 kg como para uma vaca de 600 kg.

Conforme o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar o consumo de matéria seca, energia e proteína das dietas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus da Pampulha, em Belo Horizonte – MG. Foram utilizados 30 sagüis-de-tufo-preto (*C. penicillata*) sexados, distribuídos ao acaso em cinco tratamentos, blocados no tempo, totalizando seis repetições por tratamento (60 unidades experimentais).



Figura 1. Sala de metabolismo

Os Callitrichideos foram alojados durante todo o período experimental em uma sala de metabolismo fechada e climatizada com ar condicionado para manutenção da temperatura de conforto. Cada Callitrichideo foi alojado individualmente em gaiolas metabólicas, tomando-se a precaução de manter uma gaiola vazia entre cada animal, para evitar que os animais trocassem alimentos entre eles.



Figura 2. Gaiola Individual

As gaiolas metabólicas utilizadas foram feitas de acordo com os modelos utilizados para ensaios de digestibilidade em coelhos, de arame galvanizado e chapas metálicas nas laterais para evitar a perda de fezes e urina. Embaixo de cada gaiola foi colocada uma bandeja para coleta de fezes e de sobras de alimento. Um poleiro de madeira foi colocado em cada gaiola para ser utilizado pelos animais.

Foram testados quatro alimentos protéicos incluídos em uma ração referência, na porcentagem de 29,25% da matéria natural. Foi realizada fixação do premix em todas as dietas experimentais.

Os alimentos a serem testados foram os seguintes: farelo de soja, soja micronizada, levedura de cerveja e farinha de vísceras. A ração para primatas foi utilizada para o cálculo

da digestibilidade dos alimentos descrita no capítulo 2, por esta razão recebeu a denominação de ração referência.

Os Callitrichideos receberam água a vontade em bebedouros automáticos e as rações experimentais também foram fornecidas *ad libitum*, em comedouros localizados na frente e externamente de cada gaiola.

A avaliação do consumo total de ração foi feita registrando-se o peso inicial das rações fornecida para os animais subtraindo o peso das sobras dos comedouros e o desperdício nas bandejas de coleta.



Figura 3. Bandeja de coleta

Para este experimento foram selecionados Callitrichideos provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS), localizado em Belo Horizonte - MG. Antes do início do experimento foi realizado o hemograma completo, exame de fezes, além de exames de toxoplasmose, hepatite e febre amarela. O sexo, peso vivo e peso metabólico dos Callitrichideos utilizados no experimento encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Peso (kg), sexo e Peso Metabólico ($PV^{0,75}$) dos Callitrichideos utilizados no experimento

Tratamento	Gaiola	Repetição	Sexo	Peso Vivo (g)	Peso Metabólico $PV^{0,75}$ (kg)
Farinha de Visceras	3	1	M	410	0,5124
	5	2	M	365	0,4696
	9	3	F	330	0,4354
	14	4	F	435	0,5356
	25	5	M	405	0,5077
	28	6	F	290	0,3952
	33	7	M	410	0,5124
	36	8	F	320	0,4255
	41	9	M	405	0,5077
	50	10	F	360	0,4648
	59	11	F	340	0,4453
Média				370,0000	0,4738
Ração Controle	1	1	F	405	0,5077
	6	2	F	320	0,4255
	8	3	M	472,5	0,5699
	19	4	M	390	0,4935
	24	5	M	370	0,4744
	27	6	F	325	0,4304
	34	7	F	410	0,5124
	35	8	M	365	0,4696
	37	9	F	385	0,4888
	40	10	M	395	0,4983
	55	11	M	405	0,5077
Média				385,6818	0,4889
Farelo de Soja	10	1	M	395	0,4983
	15	2	M	385	0,4888
	16	3	F	405	0,5077
	18	4	M	435	0,5356
	26	5	M	345	0,4502
	29	6	F	340	0,4453
	32	7	M	425	0,5264
	44	8	F	435	0,5356
	46	9	F	405	0,5077
	53	10	M	335	0,4403
Média				390,5000	0,4936

Tratamento	Gaiola	Repetição	Sexo	Peso Vivo (g)	Peso Metabólico PV ^{0,75} (kg)
Soja Micronizada	2	1	M	425	0,5264
	4	2	F	410	0,5124
	13	3	F	295	0,4003
	21	4	M	355	0,4599
	30	5	M	255	0,3588
	45	6	M	385	0,4888
	47	7	M	315	0,4205
	48	8	M	435	0,5356
	54	9	M	370	0,4744
	58	10	F	290	0,3952
Média				353,5000	0,4572
Levedura de Cerveja	7	1	F	385	0,4888
	11	2	M	405	0,5077
	17	3	M	315	0,4205
	20	4	F	360	0,4648
	22	5	F	405	0,5077
	23	6	M	335	0,4403
	31	7	F	405	0,5077
	38	8	M	472,5	0,5699
	39	9	F	330	0,4354
	43	10	F	295	0,4003
	49	11	M	390	0,4935
	56	12	M	345	0,4502
Média				370,2083	0,4739

Para os ensaios de metabolização e digestibilidade foi realizada a colheita total de fezes em duas fases experimentais de sete dias cada, com um período de adaptação de sete dias. O primeiro foi realizado no período de 24 a 31 de julho de 2008 e o segundo de 12 de agosto a 19 de agosto de 2008. A colheita de urina embora ter sido planejada e executada não foi considerada no trabalho devido aos erros acumulados em razão do comportamento dos animais urinarem para fora da gaiola.

Diariamente pela manhã 70g de ração referentes a cada tratamento foram fornecidas para cada animal, quantidade estimada antes do início do experimento e suficiente para consumo *ad libitum*. As sobras de ração do dia anterior de cada repetição foram colhidas separadamente e armazenadas e pesadas no final de cada período.

As fezes foram colhidas duas vezes ao dia, separadamente de cada repetição e armazenadas em sacos plásticos identificados, fechados e armazenados em congelador (-18°C), para posteriores análises químicas.

Após o período de colheita, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, colocadas em pratos de alumínio e pesadas em balança analítica para obtenção do peso das fezes em matéria natural. Depois desse procedimento, foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas, obtendo-se a matéria pré-seca. Foram retiradas da estufa e quando atingia o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas e moídas em moinho de martelo com malha de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para a realização das análises químicas.

Análises Químicas

As seguintes análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG:

- Matéria Seca (MS) – determinada em estufa a 55°C e 105°C, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Matéria Orgânica (MO) – segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Minerais totais – determinada em mufla a 650°C, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Proteína Bruta (PB) – determinada pelo método de Kjeldahl, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Energia Bruta (EB) – utilizando bomba calorimétrica adiabático tipo Parr.
- Fibra em Detergente Ácido – segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Extrato Etéreo (EE) – com hidrólise ácida, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Macroelementos (Ca e P) – nos alimentos e nas rações, cálcio através do método de oxidimetria e fósforo colorimetria, segundo Compêndio..., 1998.

As análises químicas das dietas experimentais encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Análises químicas (% MS) e valores de energia bruta (kcal/kg) das dietas experimentais

Dietas experimentais	MS	MO	EB	PB	FDA	EE	Cz	Ca	P	Relação Ca:P
Ração										
Referência	96,94	89,85	4754,48	26,62	12,05	10,23	7,09	1,63	0,64	2,56
Ração soja										
micronizada	97,17	90,61	4996,59	31,79	9,68	12,38	6,56	1,18	0,67	1,76
Ração soja	97,16	89,96	4790,28	33,41	14,43	8,82	7,19	1,41	0,73	1,92
Ração vísceras	96,82	88,05	4841,56	36,27	8,51	10,96	8,78	2,15	1,09	1,97
Ração										
levedura	96,62	89,77	4731,68	29,98	7,84	8,88	6,85	1,25	0,84	1,48

Parâmetros avaliados

Consumo total de MN, MS, PB e EB por Callitrichideo dia e por quilograma de peso metabólico.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram efetuadas no Laboratório de Computação Científica (LCC), da Universidade Federal de Minas Gerais. O procedimento adotado foi o GLM do pacote SAS (1995).

O experimento foi realizado com cinco tratamentos em dois períodos experimentais distintos, caracterizando um delineamento em blocos ao acaso, onde cada período constituiu um bloco. Cada tratamento foi repetido seis vezes, dentro de cada bloco, totalizando 60 unidades experimentais. Durante o experimento algumas unidades experimentais foram perdidas, sendo o número final de unidades experimentais igual a 54.

As médias dos consumos dos princípios nutritivos das dietas foram comparadas pelo teste de Duncan.

Tabela 4. Análise de Variância

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Total	53
Tratamentos	4
Blocos	1
Erro	48

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 5, encontram-se os valores para o consumo diário de matéria seca (MS) e matéria natural (MN) por animal e por kg de peso metabólico. O consumo diário refere-se à quantidade de ração oferecida ao animal menos o restante no cocho e o desperdício na bandeja. O consumo voluntário permite avaliar a quantidade de energia e proteína ingerida voluntariamente pelos animais.

Como os animais apresentam pesos distintos entre si, que variou entre 255 e 472,5 gramas, optou-se por fazer a padronização dos valores através do peso metabólico.

Tabela 5. Consumo diário de Matéria Natural (MN) e Matéria Seca (MS) (g) por animal e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) das dietas experimentais

Dietas Experimentais	Consumo diário MN		Consumo diário MS	
	(g/animal/dia)	(g/kg $PV^{0,75}$ /dia)	(g/animal/dia)	(g/kg $PV^{0,75}$ /dia)
Ração Farinha de Vísceras (FV)	23,30	49,10 a	22,56	47,54 a
Ração Levedura de Cerveja (LC)	23,04	48,62 a	22,26	46,98 ab
Ração Soja Micronizada (SM)	20,41	44,61 ab	19,84	43,35 ab
Ração Controle (RC)	20,30	41,41 b	19,67	40,15 b
Ração Farelo De Soja (FS)	20,20	41,11 b	19,63	39,94 b
CV	20,55	18,48	20,50	18,42

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) para o consumo diário por animal dia, tanto em matéria natural como em matéria seca. No entanto, observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para consumo em kg por peso metabólico na matéria seca e na matéria natural. Em relação a matéria seca, a ração farinha de vísceras, a ração levedura de cerveja e a ração soja micronizada apresentaram o maior consumo. O maior consumo destas dietas experimentais pode ser atribuído à maior palatabilidade destes alimentos, devido aos altos níveis de extrato etéreo e também devido à presença de altos níveis de ácido glutâmico na levedura de cerveja, que pode potencializar a percepção de sabor dos demais receptores gustativos, o que aumenta a palatabilidade do alimento (Teshima et al., 2007).

O ácido glutâmico é o maior constituinte da proteína dos alimentos, tanto de origem vegetal como de origem animal. Além disso, o ácido glutâmico livre está presente naturalmente na maioria dos alimentos, como na carne vermelha, carne de frango, peixes e vegetais (Ninomiya, 1998).

Hisamo et al. (2007) relataram que a levedura contém altas concentrações de ácido glutâmico e ácido aspártico, que podem proporcionar maior atratividade e palatabilidade em rações para algumas espécies de peixes. Adams et al. (1988) observaram que, quando se adicionou ácido glutâmico em alguns alimentos, houve estímulo para aumento da resposta alimentar em *Tilapia zilli*.

Teshima et al. (2007) avaliaram o emprego de extrato de levedura na alimentação de cães por meio da determinação da digestibilidade de seus nutrientes e avaliação de sua palatabilidade e concluíram que houve uma preferência dos cães pela ração que continha inclusão de 30% de extrato de levedura.

Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho referente ao consumo de matéria seca para *C. penicillata*.

Na tabela 6 encontram-se os valores de consumo diário de Energia Bruta em kcal por animal e por kg de peso metabólico.

Tabela 6. Consumo diário de Energia Bruta (EB) em kcal por animal e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) das dietas experimentais

Dietas experimentais	Consumo Diário EB (kcal/animal/dia)	Consumo Diário EB (kcal/kg $PV^{0,75}$/dia)
Ração Farinha de Vísceras (FV)	109,18	230,14 a
Ração Levedura de Cerveja (LC)	105,32	222,29 ab
Ração Soja Micronizada (SM)	99,12	216,58 ab
Ração Farelo de Soja (FS)	94,03	191,34 b
Ração Controle (RC)	93,54	190,88 b
CV	20,48	18,55

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) no consumo diário de EB por animal. Já no consumo diário de EB por kg de peso metabólico, a ração farinha de vísceras foi diferente estatisticamente da ração farelo de soja e ração controle e não diferiram ($P > 0,05$) da ração levedura de cerveja e ração soja micronizada. A ração levedura de cerveja, ração soja micronizada, ração farelo de soja e ração controle não apresentaram diferença estatística entre elas ($P > 0,05$).

Os valores encontrados para consumo de EB por kg de peso metabólico de todas as dietas experimentais são muito superiores aos encontrados por Nievergelt e Martin (1999) em um estudo realizado com *Callithrix jacchus*, onde foi de 95,56 kcal/kg^{0,75} por dia para os machos e 86,35 kcal/kg^{0,75} por dia para as fêmeas .

Os valores encontrados neste estudo também são superiores aos encontrados por Portman (1970), Petry et al. (1987) e Crissey et al. (2003), que são de 160,4, 123,7 e 155 kcal/kg^{0,75} por dia, respectivamente, para Callitrichideos. Esses valores são superiores mesmo quando comparados aos valores encontrados por Kirkwood; Underwood (1985), *apud*, Nievergelt; Martin (1999) para fêmeas de várias espécies de Callitrichideos no período de lactação (129,81 – 174,17 kcal/kg^{0,75} por dia).

O consumo diário de PB por animal e por kg de peso metabólico das dietas experimentais estão descritos na tabela 7.

Tabela 7. Consumo diário de Proteína Bruta (PB) em g por animal e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$) das dietas experimentais

Dietas experimentais	Consumo Diário PB (g/animal/dia)	Consumo Diário PB (g/kg $PV^{0,75}$/dia)
Ração Farinha de Vísceras (FV)	8,18 a	17,24 a
Ração Levedura de Cerveja (LC)	6,67 b	14,08 b
Ração Farelo de Soja (FS)	6,56 b	13,34 b
Ração Soja Micronizada (SM)	6,31 bc	13,78 b
Ração Controle (RC)	5,24 c	10,69 c
CV	24,15	22,69

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

O maior consumo de PB por animal foi observado na ração farinha de vísceras que foi significativamente diferente ($P < 0,05$) das demais. A ração levedura não foi significativamente diferente ($P > 0,05$) da ração farelo de soja e ração soja micronizada, no entanto diferiu significativamente ($P < 0,05$) da ração controle.

Para o consumo diário de PB por peso metabólico o maior consumo continuou sendo encontrado na ração farinha de vísceras diferindo significativamente ($P < 0,05$) das demais dietas experimentais. A ração levedura de cerveja apresentou ingestão de PB semelhante à ração farelo de soja e farelo de soja micronizada. Estas diferiram significativamente ($P < 0,05$) das demais dietas experimentais.

Segundo o NRC (2003) a necessidade de proteína é de 7% para animais adultos em manutenção. Assim, o nível de ingestão de proteína em todas as dietas experimentais foi acima do recomendado.

No entanto, Clapp e Tardif (1985) sugerem valores em torno de 20% de proteína bruta. Os platirrinos são considerados primatas que necessitam de níveis elevados de proteína na dieta (Coimbra-Filho; Maia, 1977).

É necessário salientar que nenhum trabalho sobre consumo de matéria seca, avaliação protéica, energética foi encontrado para *C. penicillata*, os dados encontrados são extrapolados e referentes a trabalhos que utilizam baixo n amostral e na maioria das vezes, utilizam várias espécies de Callitrichideos, podendo ser de baixa confiabilidade.

CONCLUSÕES

Houve uma grande variação no consumo de matéria seca por kg de peso metabólico que variou entre 40,15 a 47,54g por dia. Não houve o controle da ingestão pela energia já que os alimentos com maior energia foram que apresentaram o maior consumo, com exceção da ração de levedura.

A palatabilidade pode ter sido o fator principal na regulação do consumo, evidenciando a grande importância desta no consumo voluntário e ao se desenvolver rações para os Callitrichídeos.

O consumo de EB por kg de peso metabólico foi superior quando comparado aos demais trabalhos encontrados.

De acordo com o observado neste trabalho são necessários mais estudos para entender os fatores fisiológicos, bioquímicos, psicológicos que interferem no consumo desses animais.

CAPÍTULO 2

DIGESTIBILIDADE DE DIETAS E AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PROTÉICOS EM SAGUI-DE-TUFO-PRETO (*Callithrix penicillata*)

INTRODUÇÃO

A fauna primatológica mundial é rica, existindo mais de 270 espécies, além de numerosas subespécies, que se distribuem pelas regiões tropicais da Terra, com raras exceções verdadeiramente subtropicais. O número de espécies, contudo, varia segundo o ponto de vista dos autores e com a descoberta de novas espécies, fato que ainda ocorre no Brasil (Fonseca, et al., 1996), onde novas espécies têm sido descobertas na Amazônia e em pequenos fragmentos da Mata Atlântica de Sergipe (Kobavashi; Languth, 1999).

O Brasil abriga a maior diversidade de primatas do mundo com mais de 70 espécies (Del Claro, 2003). Estudos realizados em diferentes regiões da Amazônia mostraram que existem 14 gêneros de primatas só nesta região (Vieira, 2005).

A importância científica dos primatas não humanos é indiscutível e apresentam valioso patrimônio, cujas potencialidades são facilmente percebidas através das investigações científicas, principalmente biomédicas e farmacêuticas, onde são mais utilizados (Coimbra-Filho, 2004). A proximidade filogenética entre o ser humano e os primatas não humanos proporciona estudos comparados entre as espécies. Neste sentido, os primatas neotropicais, devido ao seu tamanho e fácil manejo, são importantes modelos para pesquisas biomédicas.

Com o grande aumento do número de pesquisas nas diversas áreas da biomedicina, utilizando primatas não-humanos, a comunidade científica teve a necessidade de estudar a criação e reprodução em cativeiro de diversas espécies de macacos, especialmente os do Novo Mundo (Álvares, 1984). Os primatas neotropicais têm sido utilizados largamente em pesquisas biomédicas tanto nos Estados Unidos da América, como na Europa, esse fato por ser constatado devido ao aumento no número de publicações científicas relacionadas a esses animais nas últimas décadas (Abbott et al., 2003).

A avaliação dos alimentos é um dos pontos básicos mais importantes para uma boa nutrição. É através desta análise que conseguiremos informações básicas relacionadas aos alimentos e nutrientes. Um dos métodos mais antigos de avaliação dos alimentos é o método das análises proximais ou “método de Weende”, desenvolvido em 1864, na Alemanha. Este é um método de análise química simplificado, rápido e barato, que ainda é usado atualmente para avaliação da maioria dos alimentos, objetivando a formulação de rações. Através deste método é possível determinar: matéria seca, proteína, extrato etéreo, extrato não nitrogenado, fibra bruta e cinzas (AOAC, 1995).

Ainda são raras as publicações relacionadas à nutrição, avaliação e digestibilidade de alimentos para animais silvestres no Brasil, a maioria ainda são desenvolvidas em outros

países, onde as condições ambientais diferem muito das condições ambientais encontradas no Brasil, o que pode afetar os resultados e dificultar a comparação entre os trabalhos.

Antes do desenvolvimento de uma dieta para Callitrichideos cativos, deveria haver o estudo das categorias, quantidade e o conteúdo nutricional dos alimentos ingeridos em vida livre, que podem ser consideravelmente diferentes do conteúdo nutricional dos alimentos disponíveis em cativeiro.

Geralmente, os frutos consumidos em vida livre apresentam um elevado teor de fibra e menores teores de açúcares do que os cultivados para o uso humano (Calvert, 1985). Os frutos consumidos pelos Callitrichideos em vida livre geralmente são menos maduros do que os disponíveis em cativeiro. O amadurecimento aumenta o nível do açúcar em frutas frescas e pode ajudar a explicar por que razões Callitrichideos alimentados com frutos em cativeiro desenvolvem a síndrome do emagrecimento progressivo (Crissey et al., 2003). Os tipos e a variedade dos produtos alimentares oferecidos limitam a dieta dos Callitrichideos cativos. Estudos com uma variedade de mamíferos de laboratório mostraram que o animal não necessariamente seleciona os alimentos com base nos teores de nutrientes contidos naquele alimento (Price, 1992). Por isso, é possível afirmar com segurança que os Callitrichideos cativos não irão selecionar, necessariamente, os itens alimentares de acordo com conteúdo nutricional. Em vez disso, os animais podem selecionar os itens consumidos com base no teor de açúcar e no teor de gordura. Dessa maneira, é importante ofertar alimentos que complemente uns aos outros nutritivamente (Crissey et al., 2003).

Em cativeiro, o fornecimento de alimentos é feita muitas vezes de maneira excessiva e desbalanceada nutricionalmente. O que se pode observar em cativeiro é o fornecimento de frutas, que pode ser complementada com alguma fonte protéica, como ração de cachorro, ovo, carne. Esse tipo de dieta permite aos animais selecionar o que é mais palatável. Além disso, em animais criados em grupo, o casal dominante acessa primeiro o cocho, selecionando os alimentos mais palatáveis, assim os animais subordinados, que acessam o cocho posteriormente encontram menos opções de alimentos e conseqüentemente ambos ingerem uma dieta desbalanceada. Esses fatos podem levar a doenças nutricionais freqüentemente observadas em Callitrichideos cativos como escorbuto, que é causado pela deficiência de vitamina C.

Os primatas, bem como o homem, as cobaias e alguns morcegos são os únicos mamíferos conhecidos, incapazes de sintetizar o ácido ascórbico devido à ausência da enzima hepática L-gulonolactona-oxidase, que catalisa a conversão da L-gulonolactona em ácido ascórbico, em conseqüência disto, necessitam de vitamina C dietética para prevenção do escorbuto (Marcus; Coulston, 1991).

Deve-se levar em consideração quem em cativeiro as necessidades nutricionais dos Callitrichideos diferem daquelas em vida livre. Em vida livre, esses animais consomem uma dieta composta de grande variedade de matéria vegetal, como os exsudatos, sementes, flores, frutos, néctar e matéria animal, como artrópodes, moluscos, filhotes de aves, mamíferos, anfíbios e pequenos lagartos (Auricchio, 1995). Além disso, em vida livre a atividade destes animais é muito intensa, passam a maior parte do tempo se locomovendo (Miranda, 1997) e despendem mais que 60% do dia em atividades de forrageamento, que é

praticamente ausente em animais cativos (Reinhardt, 1993; Sgai, 2007). Dessa maneira, as necessidades energéticas dos animais em cativeiro são muito menores quando comparadas aos de vida livre.

Na formulação de rações, é fundamental conhecer o valor nutritivo dos alimentos. Para isso, devem ser determinadas a composição química, a disponibilidade dos nutrientes e a concentração energética dos alimentos (Albino et al., 1992). A determinação dos valores energéticos e da composição química dos alimentos é essencial para o correto balanceamento de rações, já que o valor nutritivo do alimento está diretamente relacionado com esses dois fatores (Albino et al., 1991). A formulação de dietas para Callitrichideos ainda baseia-se em conhecimentos empíricos e informações de pesquisas relacionadas a outras espécies.

Não foi encontrado nenhum trabalho científico sobre a digestibilidade de ingredientes protéicos para primatas. O conhecimento da digestibilidade da matéria seca de um alimento para determinada espécie direciona a escolha de ingredientes mais adequados para a formulação de dietas (Saad, 2007). Como a origem e o processamento dos ingredientes são fatores determinantes para sua qualidade e digestibilidade (Johnson et al., 1998), a ausência de informações sobre o aproveitamento destas matérias-primas, especialmente as de origem animal, dificulta a formulação de dietas para primatas.

O cuidado no conhecimento acurado do conteúdo químico e energético dos alimentos deve ser redobrado quando se faz uso principalmente de subprodutos de origem animal, haja vista a pouca padronização desses alimentos, cujos valores nutritivos variam conforme o processamento a que são submetidos e ao tipo e às proporções de seus constituintes. Alguns ingredientes são padronizados, com valores nutricionais bem estáveis, enquanto outros não são padronizados e podem apresentar grande variação, tornando indispensável a determinação de sua composição química e de seu valor nutricional (Albino; Silva, 1996).

Atualmente, são poucas as rações disponíveis no mercado que levam em consideração as diferenças entre os hábitos alimentares, necessidades nutricionais, trato gastrintestinal, fisiologia existente entre as diferentes espécies ou ao menos de cada família.

As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (Andrighetto et al., 1982). Esses autores afirmaram que a digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos na mesma. De acordo com Cho (1987), a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima, é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração. Estudos demonstram que ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresentar diferentes coeficientes de digestibilidade. Tais resultados devem ser considerados quando da formulação das rações, a exemplo das demais espécies de monogástricos.

Para a nutrição animal, todos os nutrientes são importantes, mesmo que sejam exigidos em pequenas quantidades, mas a avaliação dos alimentos tem sido orientada a energia, que representa o alimento como um todo, e ao conteúdo de proteína, principalmente os aminoácidos essenciais, como parte da matéria orgânica, porque os dois

são os componentes mais importantes das dietas em termos quantitativos (Mejia; Ferreira, 1996).

Quando as moléculas orgânicas são oxidadas, a energia é produzida como calor e usada nos processos metabólicos dos animais. Dentre os constituintes dos alimentos, os carboidratos, os lipídeos, as proteínas (aminoácidos) e parte da fibra são fornecedores de energia para o organismo animal. No entanto, nem toda energia produzida pela oxidação dos nutrientes pode ser aproveitada pelos animais (Sakomura; Rostagno, 2007).

A energia presente nos alimentos, produto resultante da transformação dos nutrientes durante o metabolismo, é um dos fatores mais importantes na nutrição animal (Rodrigues et al., 2002). É consenso entre os nutricionistas que a energia é um dos fatores limitantes do consumo e de que ela é utilizada nos mais diferentes processos, que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr. et al., 1998).

Para determinação dos valores energéticos de um alimento são utilizadas duas dietas, uma dieta referência e outra teste, obtida pela inclusão de uma percentagem do ingrediente em estudo em substituição à referência. Dois métodos têm sido usados para substituir o ingrediente-teste, um proposto por Anderson et al. (1958) e outro por Sibbald e Slinger (1963). No método de Anderson et al. (1958) o ingrediente-teste é substituído por glicose monoidratada, o valor de energia atribuído à glicose é de 3,65 kcal/g e a dieta contém 50% de glicose. No método proposto por Sibbald e Slinger (1963), o alimento-teste é substituído por uma parte da dieta-referência. Contudo, para evitar deficiências de vitaminas e minerais, a substituição não inclui esta parte da dieta (Sakomura; Rostagno, 2007).

O método de substituição é um dos mais utilizados, pois a grande maioria dos alimentos não se apresenta de maneira balanceada, e, provavelmente quando administrados isoladamente, podem apresentar um comportamento fisiológico bem diferente (Villamide et al, 1998). O método de Matterson (1965) foi primeiramente utilizado em aves e suínos, e trata-se de uma substituição fixa da dieta básica pelo ingrediente que se quer testar.

A metodologia de avaliação energética mais utilizada é aquela denominada “tradicional”, que apresenta como característica primária a utilização de uma dieta basal a ser administrada a um grupo de animais controle, na qual um de seus constituintes é substituído pelo ingrediente a ser utilizado, além do consumo ser *ad libitum* (Saad, 2003).

As proteínas são as moléculas mais abundantes e com maior diversidade de funções nos sistemas vivos, elas são macromoléculas compostas por combinações de aminoácidos. Embora mais de 300 diferentes aminoácidos tenham sido descritos a partir de fontes naturais, apenas 20 deles são normalmente encontrados como constituintes de proteínas em mamíferos e somente 10 são considerados dieteticamente essenciais para os animais não-ruminantes (Champe et al., 2006; Sakomura; Rostagno, 2007).

Além da quantidade de proteína na dieta, sua qualidade também assume um grande peso na determinação das exigências. A eficiência nutricional de uma proteína é resultante de dois processos: a utilização digestiva e a utilização metabólica. O organismo utiliza em graus diversos a proteína que ingere, assimilando o que lhe é conveniente e rejeitando o resto. O valor biológico de uma proteína expressa sua taxa de utilização anabólica e traduz

o suprimento das necessidades protéicas, isto é, quando o valor biológico de uma proteína é elevado, menos proteína se gasta para atender as necessidades protéicas do animal adulto e a protogênese do animal jovem em crescimento (Saad, 2003).

Este trabalho teve como objetivo determinar e comparar digestibilidade aparente de nutrientes de dietas completas e avaliar nutricionalmente os alimentos protéicos utilizados para *C. penicillata*.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus da Pampulha, em Belo Horizonte – MG, em dois períodos. Foram utilizados 30 sagüis-de-tufo-preto (*C. penicillata*) sexados, distribuídos ao acaso em cinco tratamentos, totalizando seis repetições por tratamento (60 unidades experimentais).

Para este experimento selecionou-se Callitrichideos adaptados ao cativeiro, para minimizar o estresse e a conseqüente interferência nos resultados experimentais, provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS), localizado em Belo Horizonte - MG. Antes do início do experimento foi realizado o hemograma completo, exame de fezes, além de exames de toxoplasmose, hepatite e febre amarela.

Os Callitrichideos foram alojados durante todo o período experimental em uma sala de metabolismo fechada e climatizada com ar condicionado para manutenção da temperatura de conforto. Cada Callitrichideo foi alojado individualmente em gaiolas metabólicas, tomando-se a precaução de manter uma gaiola vazia entre cada animal, para evitar que os animais trocassem alimentos entre eles. As gaiolas metabólicas utilizadas eram feitas de acordo com os modelos utilizados para ensaios de digestibilidade em coelhos, de arame galvanizado e chapas metálicas nas laterais para evitar a perda de fezes e urina. Embaixo de cada gaiola foi colocada uma bandeja para colheita de fezes, e de sobras de alimento. Um poleiro de madeira foi colocado em cada gaiola para ser utilizado pelos animais.

Para avaliação dos alimentos utilizou-se a metodologia de substituição descrita por Matterson et al. (1965). Foram testados quatro alimentos protéicos inclusos na ração referência, na percentagem de inclusão de 29,25% da matéria natural. Foi realizada fixação do premix em todas as dietas experimentais, para que todas as rações apresentassem o mesmo teor de minerais e vitaminas.

Os alimentos testados foram os seguintes: farelo de soja, soja micronizada, levedura de cerveja e farinha de vísceras. A ração para primatas foi utilizada para o cálculo da digestibilidade dos alimentos, por esta razão recebeu a denominação de ração referência.

Os Callitrichideos foram pesados no início e no final do experimento, receberam água a vontade em bebedouros automáticos e as rações experimentais também foram fornecidas *ad libitum*, em comedouros localizados na frente e externamente de cada gaiola.

Diariamente pela manhã 70g de ração referentes a cada tratamento eram fornecidas para cada animal, quantidade estimada antes do início do experimento e suficiente para

consumo *ad libitum*. As sobras de ração do dia anterior de cada repetição foram colhidas separadamente e armazenadas e pesadas no final de cada período.

A avaliação do consumo total de ração foi feita registrando-se o peso inicial das rações fornecidas para os animais menos o peso das sobras dos comedouros e o desperdício nas bandejas de coleta.

Na tabela 8, encontram-se as análises químicas das dietas experimentais.

Tabela 8. Análises químicas (% MS) e valores de energia bruta (kcal/kg) das dietas experimentais

Dietas experimentais	MS	MO	EB	PB	FDA	EE	Cz	Ca	P	Relação Ca:P
Ração										
Referência	96,94	89,85	4754,48	26,62	12,05	10,23	7,09	1,63	0,64	2,56
Ração soja										
micronizada	97,17	90,61	4996,59	31,79	9,68	12,38	6,56	1,18	0,67	1,76
Ração soja	97,16	89,96	4790,28	33,41	14,43	8,82	7,19	1,41	0,73	1,92
Ração vísceras	96,82	88,05	4841,56	36,27	8,51	10,96	8,78	2,15	1,09	1,97
Ração										
levedura	96,62	89,77	4731,68	29,98	7,84	8,88	6,85	1,25	0,84	1,48

Foi realizada a colheita total de fezes em duas fases experimentais de sete dias cada, com um período de adaptação de sete dias, o primeiro foi realizado no período de 24 a 31 de julho de 2008 e o segundo de 12 de agosto a 19 de agosto de 2008. A colheita de urina não foi considerada, devido aos animais urinarem para fora da gaiola, impossibilitando a colheita.

As fezes de cada repetição foram coletadas duas vezes ao dia separadamente e armazenadas em sacos plásticos identificados, fechados e armazenados em congelador (-18°C), para posteriores análises químicas.

Após o período de colheita, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, colocadas em pratos de alumínio e pesadas em balança analítica para obtenção do peso das fezes em matéria natural. Depois desse procedimento, foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas, obtendo-se a matéria pré-seca das fezes. Foram retiradas da estufa e quando atingiram o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas e moídas em moinho de martelo com malha de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para a realização das análises químicas.

Análises Químicas

As seguintes análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG:

- Matéria Seca (MS) – determinada em estufa a 55°C e 105°C, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.

- Matéria Orgânica (MO) – segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Minerais totais – determinada em mufla a 650°C, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Proteína Bruta (PB) – determinada pelo método de Kjeldahl, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Energia Bruta (EB) – utilizando bomba calorimétrica adiabático tipo Parr.
- Fibra em Detergente Ácido – segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Extrato Etéreo (EE) – com hidrólise ácida, segundo metodologia de Compêndio..., 1998.
- Macroelementos (Ca e P) – nos alimentos e nas rações, cálcio através do método de oxidimetria e fósforo colorimetria, segundo Compêndio..., 1998.

Parâmetros avaliados

Digestibilidade aparente da energia, matéria seca, matéria orgânica e proteína, fibra em detergente ácido e extrato etéreo das dietas completas e dos alimentos testados.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram efetuadas no Laboratório de Computação Científica (LCC), da Universidade Federal de Minas Gerais. O procedimento adotado foi o GLM do pacote SAS (1995).

O experimento foi realizado com cinco tratamentos em dois períodos experimentais distintos, caracterizando um delineamento em blocos ao acaso, onde cada período constituiu um bloco. Cada tratamento foi repetido seis vezes, dentro de cada bloco, totalizando 60 unidades experimentais. Durante o experimento algumas unidades experimentais foram perdidas, sendo o número final de unidades experimentais igual a 54.

As médias dos consumos dos princípios nutritivos das dietas foram comparadas pelo teste de Duncan.

Tabela 9. Análise de Variância

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Total	53
Tratamentos	4
Blocos	1
Erro	48

Metodologia de Cálculos

- Consumo das dietas experimentais

Consumo = Ração fornecida – (Sobras + Desperdício)

- Equações utilizadas nos cálculos da matéria seca, matéria orgânica, proteína, fibra detergente neutro e extrato etéreo digestível aparente das dietas teste e dos alimentos.

$$MSDA_{DT} = \frac{MS_{ing} - MS_{exc}}{MS_{ing}}$$

$$MSDA_{alim} = MSDA_{Ref} + \frac{MSDA_{teste} - MSDA_{ref}}{\text{g de alimento/ g de ração (MS)}}$$

onde:

$MSDA_{DT}$ = Energia digestível aparente da dieta teste

MS_{ing} = Energia Bruta ingerida

MS_{exc} = Energia Bruta excretada

$MSDA_{alim}$ = Energia digestível aparente do alimento

$MSDA_{ref}$ = Energia digestível aparente da ração referência

$MSDA_{teste}$ = Energia digestível aparente do alimento teste

Os cálculos para a matéria orgânica, fibra detergente neutro, extrato etéreo e proteína são os mesmos para matéria seca, considerando seus valores referentes.

- Equações utilizadas nos cálculos da energia digestível aparente das dietas teste e dos alimentos

$$EDA_{DT} = \frac{EB_{ing} - EB_{exc}}{MS_{ing}}$$

$$EDA_{alim} = EDA_{Ref} + \frac{EDA_{teste} - EDA_{ref}}{\text{g de alimento/ g de ração (MS)}}$$

onde:

EDA_{DT} = Energia digestível aparente da dieta teste

EB_{ing} = Energia Bruta ingerida

EB_{exc} = Energia Bruta excretada

MS_{ing} = Matéria seca ingerida

EDA_{alim} = Energia digestível aparente do alimento

EDA_{ref} = Energia digestível aparente da ração referência

EDA_{teste} = Energia digestível aparente do alimento teste

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da energia bruta (CDEB), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente ácido (CDFDA), do extrato etéreo (CDEE) das dietas experimentais encontram-se descritos na tabela 10.

Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da MS, da MO, da EB, da PB, da FDA e do EE das dietas experimentais

Dietas	CDMS	CDMO	CDEB	CDPB	CDFDA	CDEE
Ração Farinha de Vísceras	77,77	80,28	79,91	82,65	53,76	77,77
Ração Levedura de Cerveja	77,60	78,41	78,30	80,89	47,69	80,57
Ração Farelo de Soja	74,81	77,05	77,88	80,56	51,74	84,27
Ração Referência	73,16	75,53	75,16	77,26	60,51	75,67
Ração Soja Micronizada	72,23	74,73	74,64	76,77	64,61	73,74
CV (%)	10,68	9,54	10,17	8,72	32,28	21,31

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Pode-se observar que todos os princípios nutritivos apresentaram altos coeficientes de digestibilidade aparente, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre os mesmos. Assim, pode-se concluir que os alimentos testados são adequados para inclusão em dietas completas pra *C. penicillata*.

Os valores das análises da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), cinzas (Cz), extrato etéreo (EE), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos alimentos encontram-se descritos na tabela 11.

Tabela 11. Análises químicas (%) e valores de energia bruta (kcal) dos alimentos expressos em matéria seca

Alimentos	MS	MO	EB	PB	Cz	EE	FDA	Ca	P
Farelo de Soja	97,55	90,51	4697,19	47,85	7,04	3,77	10,60	0,26	0,83
Soja Micronizada	97,56	92,41	5720,80	40,18	5,15	21,15	15,80	0,18	0,59
Farinha de Vísceras	97,26	79,92	5003,01	55,79	17,34	11,58	5,58	4,82	3,09
Levedura de Cerveja	97,29	90,64	4488,15	38,73	6,64	3,57	1,55	0,14	1,33

O farelo de soja é a fonte protéica mais utilizada na alimentação animal. Os resultados obtidos neste estudo para o farelo de soja foram diferentes aos de alguns trabalhos (Fischer Jr. et al., 1998; Nascimento et al., 1998; Abimorad; Carneiro, 2004; Saad, 2003; Santos et al., 2005; Zonta et al., 2006) ou de algumas tabelas de composição de alimentos (Tabela..., 1991; Rostagno et al., 2000), mas coincidem com o valores encontrados por Rodrigues et al. (2002).

A soja micronizada apresentou valores que diferem aos encontrados por Zonta et al. (2006), porém são semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2002); Saad (2003); Mendes et al. (2004). No entanto, observaram-se diferenças quando comparadas às tabelas de composição de alimentos (Rostagno et al., 2000).

As farinhas de resíduos de abatedouros industriais são importantes fontes protéicas de origem animal utilizadas em rações. A farinha de vísceras de aves é um subproduto da indústria abatedoura de aves, que é amplamente utilizada na fabricação de rações para diversos animais (Henn et al., 2006), resultante da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de todas as partes resultantes do abate, inclusive ovos não desenvolvidos, mas não é permitida a inclusão de penas, cuja inclusão caracteriza adulteração (Farmland, 2001).

Os valores para a farinha de vísceras estão de acordo com os relatos por Nascimento (2002); Henn et al. (2006) e não são semelhantes aos encontrados por Lima et al. (1990); Abimorad; Carneiro (2004) e Pozza et al. (2008). Segundo Pozza et al. (2008), a composição química e energética dos subprodutos de abatedouro podem variar conforme o tipo de matéria prima utilizada no processamento. A alta variação da composição química entre as farinhas de vísceras é reflexo das diferenças da matéria prima, uma vez que a restrição a farinha de vísceras é que não possua penas (Seerley, 1991; Farmland, 2001) e outras matérias estranhas a sua composição, salvo naquelas quantidades inevitáveis nos bons métodos de processamento (Anfar, 1985).

Os principais problemas possíveis de ocorrer com as farinhas de origem animal são as variações na composição e na digestibilidade, as quais são resultantes de falta de padrão na composição e no processamento da matéria prima. Esta variação tende a ser bem menor em abatedouros, onde o fluxo de subprodutos destinado aos digestores é quase constante. Já as variações das farinhas de origem animal são elevadas quando o processador coleta os subprodutos em açougues ou em outros fornecedores, cuja composição da matéria prima é menos constante (Scheuermann; Rosa, 2008)

A levedura seca, um subproduto da destilaria de álcool de cana de açúcar, surge como fonte alternativa ao farelo de soja, é considerada uma opção na alimentação de monogástricos, como fonte de proteína e vitaminas (Moreira et al., 1984). Os valores encontrados para levedura neste estudo não estão de acordo com os observados por Lima (1990); Saad (2003) e Carciofi (2007).

Moreira et al. (1984) relatam que existem variações quanto à qualidade das diferentes leveduras produzidas nas diferentes destilarias, sugerindo cautela no que se refere ao nível máximo de inclusão.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca dos alimentos encontram-se descrito na tabela 12.

Tabela 12. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) dos alimentos avaliados

Alimentos	CDMS (%)
Farinha de Vísceras	88,75
Levedura de Cerveja	87,56
Farelo de Soja	79,04
Soja Micronizada	70,08
CV	34,51

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

A farinha de vísceras, a levedura de cerveja, o farelo de soja e a soja micronizada apresentaram valores estatisticamente iguais ($P > 0,05$) para o coeficiente de digestibilidade aparente.

Na tabela 13 estão descritos os valores da energia digestível aparente dos alimentos avaliados.

Tabela 13. Valores da energia digestível aparente (EDA), em kcal/kg, dos alimentos avaliados

Alimentos	EDA
Farinha de Vísceras	4612,2
Farelo de Soja	4123,7
Soja Micronizada	4119
Levedura de Cerveja	4034,8
CV	31,88

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Não foi encontrada na literatura consultada, nenhuma referência de EDA para Callitrichideos para nenhum dos alimentos testados.

Não foi encontrada diferença estatística ($P > 0,05$) entre os alimentos testados.

Os valores encontrados para EDA para farinha de vísceras (4612,2 kcal/kg) são superiores a duas (4753 e 5497 kcal/kg) e inferiores a três (3681, 4312 e 4485 kcal/kg) das cinco diferentes farinhas de vísceras testadas para suínos por Pozza, et al. (2008), Lima et al. (1990) determinaram a composição química e energética de farinhas de vísceras para suínos e também encontraram valores inferiores, 4465 kcal/kg, aos encontrados neste estudo. Foram inferiores quando comparado aos valores encontrados por Cavalari et al. (2006), de 4296 kcal/kg, que avaliaram a digestibilidade aparente da EB, MS e PB em alimentos energéticos e protéicos utilizados para cães adultos. E também foram superiores

aos encontrados por Carciofi et al. (2007), avaliando a digestibilidade de alimentos para cães.

Para o farelo de soja os valores encontrados na literatura para suínos por Santos et al., (2005) e Mendes (2004), 3430 e 3583 kcal/kg, respectivamente são inferiores aos encontrados neste trabalho, de 4123,7 kcal/kg. No entanto, está de acordo com os valores encontrados por Carciofi et al. (2007), avaliando a digestibilidade de dietas formuladas com três fontes de proteínas para cães.

Os resultados de EDA da soja micronizada são inferiores aos encontrados por Carciofi et al. (2007) para cães e por Santos et al. (2005) para suínos.

A EDA da levedura de cerveja (4034,8 kcal/kg) foi superior aos valores encontrados em suínos por Lima et al. (1990), que foi de 3431 kcal/kg.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína estão apresentados na tabela 14.

Tabela 14. Valores de coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (CDP) dos alimentos avaliados

Alimentos	CDP (%)
Farinha de Vísceras	96,13
Farelo de Soja	89,44
Levedura de Cerveja	86,50
Soja Micronizada	84,63
CV	20,89

Valores em uma mesma coluna, seguidos de letras distintas, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Com relação ao coeficiente de digestibilidade aparente da proteína, não foi constatada diferença significativa ($P > 0,05$) entre os alimentos testados.

Neste estudo, o coeficiente de digestibilidade aparente da PB da dieta com farinha de vísceras foi superior aos encontrados em estudos para cães por Carciofi et al. (2007), Cavalari et al. (2006), Carciofi et al. (2006), Yanka et al. (2003a), Clapper et al. (2001) e Murray et al. (1997), 84,84%, 88%, 85,1%, 81-86,6%, 76,9%, e 89,5%, respectivamente. Lima et al. (1990) avaliando a digestibilidade e composição química de alguns alimentos de origem animal para suínos também encontraram valores inferiores (83,13%) aos encontrados neste estudo (96,13%). A grande diferença de resultados entre experimentos observada para farinha de vísceras pode ser explicada pelas variações na composição e processamento dos ingredientes. A farinha de vísceras pode apresentar diferentes proporções de cabeça, pescoço, pés, dorso, intestino e até inclusão indevida de penas. O processamento das farinhas de origem animal na graxaria, especificamente a temperatura, a pressão e o tempo empregados, também podem comprometer a qualidade do produto, seja carbonizando matéria orgânica, diminuindo a digestibilidade total, seja tornando aminoácidos específicos indisponíveis (Carciofi et al., 2006). Essas variações têm reflexo direto na qualidade protéica destes ingredientes, podendo ocasionar grandes diferenças

entre batidas e principalmente entre fornecedores destes subprodutos (Johnson et al., 1998).

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta do farelo de soja encontrado neste estudo foi próximo aos valores encontrados por Murray et al. (1997) e superior aos encontrados por Carciofi et al. (2006), Carciofi et al. (2007), Yanka et al. (2003), Clapper et al. (2001), 86,31%, 86,0%, 64,3% e 83,9%, respectivamente em estudos com cães. Mendes et al. estudaram os valores nutricionais da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento e obtiveram para farelo de soja valores semelhantes (90,78%) aos encontrados neste estudo (89,44%)

Assim como na farinha de vísceras, foi encontrada grande variação entre experimento em relação à digestibilidade da proteína. O farelo de soja possui inúmeros fatores antinutricionais, muitos dos quais são termolábeis, como os inibidores de tripsina e quimiotripsina (Carciofi et al., 2006). O subprocessamento da soja mantém estes fatores ativos, interferindo nos resultados do alimento (Butulo, 2000), assim valores baixo de digestibilidade podem ser resultado de uma soja mal processada.

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta do extrato de levedura (86,50%) foi superior ao relatado por Carciofi et al. (2006) em um ensaio de digestibilidade em cães, que foi de 72,4%. Foi observado no presente estudo que os animais deste tratamento apresentam fezes mais amolecidas quando comparadas aos outros tratamentos. O mesmo foi relatado por Carciofi et al. (2006) que observou que a adição de 30% do extrato de levedura na ração prejudicou a qualidade das fezes dos cães, uma vez que estas se tornaram enegrecidas e amolecidas e com mais água. Estas características fecais, indesejáveis em produtos comerciais, evidenciam que existe um limite de inclusão seguro deste ingrediente.

Os valores encontrados para a digestibilidade aparente da proteína para soja micronizada foram inferiores aos obtidos por Mendes et al. (2004) que avaliaram a digestibilidade da soja micronizada para suínos em crescimento e Moreira et al. (1994) para leitões, 87,7% e 95,17%, respectivamente. Carciofi et al. (2007) relataram valores para o coeficiente de digestibilidade da proteína para cães superiores (86,8%) aos observados neste estudo (84,62%). Observaram-se durante a condução do experimento que alguns animais deste tratamento apresentaram fezes amolecidas, dois deles apresentaram diarreia diária, e conseqüentemente foram retirados do experimento. As fezes amolecidas, provavelmente devido ao alto nível de extrato etéreo, podem ter prejudicado a digestibilidade da proteína da soja micronizada, uma vez que era de se esperar que a digestibilidade desse alimento fosse superior ao do farelo de soja, já que a inativação de fatores antinutricionais pelo calor e, conseqüentemente, de seus efeitos deletérios, aumenta a digestibilidade da proteína, fibra, extrato etéreo (Mendes, 2004).

Além das diferenças existentes entre os alimentos, entre os processamentos deve-se levar em conta a diferença de comparação entre as espécies, neste estudo estão sendo testados alimentos para *C. penicillata* e os valores encontrados estão sendo comparados com cães e suínos.

CONCLUSÕES

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutritivos das dietas experimentais foram altos, assim os alimentos testados são adequados para a inclusão em dietas completas de *C. penicillata*.

Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os alimentos para energia digestível aparente, coeficiente de digestibilidade de matéria seca e proteína.

No entanto, todos os alimentos testados apresentaram altos coeficientes de digestibilidade, podendo ser considerados como boas opções de escolha para a composição de rações. No entanto, devido às observações de fezes amolecidas durante o experimento nos animais que receberam ração de levedura e de soja micronizada, deve-se estar atento a porcentagem de inclusão máxima destes alimentos nas rações para *C. penicillata*.

APÊNDICE – ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Tabela 15. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do consumo diário de MS e MN, por animal (g) e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$), do capítulo 1

Fonte de Variação	Consumo diário MN (g/animal/dia)			Consumo diário MN (g/kg $PV^{0,75}$ /dia)			Consumo diário MS (g/animal/dia)			Consumo diário MS (g/kg $PV^{0,75}$ /dia)		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	27,692	0,2275	4	165,071	0,0398	4	24,590	0,2535	4	148,774	0,0466
Blocos (período)	1	21,186	0,2950	1	146,625	0,1260	1	19,860	0,2957	1	137,552	0,1264
Erro	48	18,902		48	60,485		48	17,770		48	56,859	
Total	53			53			53			53		
CV (%)	20,55			18,48			20,50			18,42		

Tabela 16. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do consumo diário de EB, por animal (kcal) e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$), do capítulo 1

Fonte de Variação	Consumo Diário EB (kcal/animal/dia)			Consumo diário EB (g/kg $PV^{0,75}$ /dia)		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	535,558	0,2868	4	3692,846	0,0368
Blocos (período)	1	453,461	0,3010	1	3159,051	0,1292
Erro	48	414,810		48	1325,237	
Total	53			53		
CV (%)	20,48			18,55		

Tabela 17. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do consumo diário de PB, por animal (g) e por kg de peso metabólico ($PV^{0,75}$), do capítulo 1

Fonte de Variação	Consumo Diário PB (g/animal/dia)			Consumo diário PB (g/kg $PV^{0,75}$ /dia)		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	12,183	0,0002	4	60,124	<,0001
Blocos (período)	1	2,151	0,2720	1	14,090	0,1192
Erro	48	1,742		48	5,600	
Total	53			53		
CV (%)	24,15			22,69		

Tabela 18. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da MS das dietas experimentais, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	69,22	0,3802
Blocos (período)	1	83,67	0,2604
Erro	48	64,50	
Total	53		
CV (%)	10,68		

Tabela 19. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da MO das dietas experimentais, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Orgânica (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	53,79	0,4216
Blocos (período)	1	38,63	0,4031
Erro	48	54,29	
Total	53		
CV (%)	9,54		

Tabela 20. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da EB das dietas experimentais, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	54,12	0,4844
Blocos (período)	1	81,60	0,2557
Erro	48	61,67	
Total	53		
CV (%)	10,17		

Tabela 21. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da PB das dietas experimentais, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	68,61	0,2414
Blocos (período)	1	28,57	0,4456
Erro	48	48,29	
Total	53		
CV (%)	8,72		

Tabela 22. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da FDA das dietas experimentais, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Fibra Detergente Ácido (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	501,04	0,1986
Blocos (período)	1	45,71	0,7071
Erro	48	320,01	
Total	53		
CV (%)	32,28		

Tabela 23. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade aparente da EE das dietas experimentais, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade do Extrato Etéreo (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	4	182,74	0,6267
Blocos (período)	1	145,03	0,4746
Erro	48	279,26	
Total	53		
CV (%)	21,31		

Tabela 24. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	3	742,078	0,4401
Blocos (período)	1	466,892	0,4513
Erro	38	806,083	
Total	42		
CV (%)	34,51		

Tabela 25. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação da energia digestível aparente (kcal/kg), do capítulo 2

Fonte de Variação	Energia Digestível Aparente (kcal/kg)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	3	766609,059	0,7539
Blocos (período)	1	970990,292	0,4810
Erro	38	1917437,260	
Total	42		
CV (%)	31,88		

Tabela 26. Quadrados médios da análise de variância e coeficientes de variação do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, do capítulo 2

Fonte de Variação	Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta (%)		
	GL	QM	Pr>Fc
Dietas	3	272,618	0,5171
Blocos (período)	1	333,865	0,3372
Erro	38	353,347	
Total	42		
CV (%)	20,89		

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, D. H. Aspects of common marmoset basic biology and life history important for biomedical research. *Comparative medicine*, v. 53, n.4, p. 339-350, 2003.
- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de Coleta de Fezes e Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Protéica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). R. Bras. Zootec., v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- ADAMS, M.A.; JOHNSEN, P.B.; ZHOU, H.G. Chemical enhancement of feeding for the herbivorous fish *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, v.72, p.95-107, 1988.
- ALBINO, L.F.T. Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 141 p., 1991.
- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética de alimentos na formulação de rações para frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.6, p. 1037-1046, 1992.
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, Viçosa, MG, p.303-318, 1996.
- ÁLVARES, J. N. Criação em larga escala de *Callithrix jacchus*. In: MELLO, T. M. *A Primatologia no Brasil*, p. 107-113, 1983.
- ANDERSON, D. L.; HILL, F. W.; RENNER, R. Studies of the metabolizable and productive energy of glucose for growing chick. *Journal Nutrition*, v. 65, p. 561-574, 1958.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. *Nutrição animal*. Paraná: Nobel, v.1, 395 p., 1982.
- AOAC. *Official methods of analysis of AOAC internacional*; Ed. Patricia Cunniff. 16 ed., 1995.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR. *Matérias-primas para alimentação animal*. 4. ed. São Paulo, 1985. 65p.
- AURICCHIO, P. *Primates do Brasil*. 1 ed. São Paulo: Livraria Triângulo, 168 p., 1995.
- BERCOVITCH B. F.; ZIEGLER, T. E. Reproductive strategies and Primate Conservative. *Zoo Biology Suppl.*, v. 1, p. 163-169, 1989.
- BORGES, A.L.C.C. Controle da ingestão de alimentos. Belo Horizonte: Escola de veterinária da UFMG, n.27, 67-79, 1999. (Caderno técnico).

BRODY, S. Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals. New York: Reinhold Publishing Corporation, 1023p, 1945.

BUTULO, J.E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 430p., 2000.

CABRAL, L.S.; NEVES, E.M.O.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, A.L. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, n.3, p. 25-32, 2008.

CALVERT, J. J. Food selection by western gorillas (*G. gorilla gorilla*) in relation to food chemistry. *Oecologia* 65:236-246, 1985.

CARCIOFI, A. C. *Avaliação de dietas à base de sementes e frutas para papagaios (Amazona sp). Determinações da seletividade dos alimentos, consumo, composição nutricional, digestibilidade e energia metabolizável*. 1996. 104 p. Dissertação (Mestrado), 1996.

CARCIOFI, A. C., SAAD, C. E. P. Nutrition and nutritional problems in wild animal. In: *Biology, medicine and surgery of South America wild animals*. Fowler, M. E., Cubas, Z. S. Iowa State University Press, Ame, 1 ed., p. 425-434, 2001.

CARCIOFI, A. C.; OLIVEIRA, L. D., VALERIO, A. G., BORGES, L. L.; TESHIMA E.; BRUNETO, A. B. Avaliação do emprego de soja micronizada na alimentação de cães. 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Jaboticabal, 2007.

CARVAJAL, M.D.I.M. Controle de la ingesta voluntaria en ruminantes. *A. Y. M. A*, v.30, n.3, p.111-120, 1990.

CASAGRANDE, R.A. Herpes simplex Tipo 1 (HSV-1) em sagüis (*Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata*) - Caracterização anatomopatológica e molecular – Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia : São Paulo, 2007.

CATON, J. M.; HILL, D. M.; HUME, I. D.; CROOK, G. A. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 114A, n. 1, p 1-8, 1996.

CAVALARI, A. P. M.; DONZELE J. L.; VIANA, J. A.; ABREU M. L. T. et al. Determinação do valor nutritivo de alimentos energéticos e protéicos utilizados em rações para cães adultos. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.5, p.1985-1991, 2006.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. *Bioquímica ilustrada*, 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 534 p., 2006.

CHO, C.H. La energia en la nutrición de los peces. In: *Nutrición en cuicultura II*. Madrid-España: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, p.197-237, 1987.

CHURCH, D.C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. New Jersey: Waveland Press, 1993.

- CLAPP, N. K.; TARDIF, S. D. Marmoset husbandry and nutrition. *Digestive disease and science*, v. 30, p. 17S-23S, supplement, 1985.
- CLAPPER, G.M.; GRIESHOP, C.M.; MERCHEN, N.R. et al. Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affect by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. *Journal of Animal Science*, v.79, p.1523-1532, 2001.
- COIMBRA-FILHO, A. F. Os primórdios da primatologia no Brasil. In: *A primatologia no Brasil* 8, p.11-35, 2004.
- COIMBRA-FILHO, A. F.; MAIA, A. A. A ALIMENTACAO DE SAGUI EM CATIVEIRO. *Brasil Florestal*, v. 29, p. 15-26, 1977.
- COIMBRA-FILHO, A. F.; MITTERMEIER, R. A. Exudate-eating tree-gouging in marmosets. *Nature*, v. 262, n. 5569, p. 630, 1976.
- COIMBRA-FILHO, A. F.; SILVA, R. R. Gomas enriquecidas na alimentação de sagüis em cativeiro. In: In: MELLO, T. M. *A primatologia no Brasil*, p. 133-136, 1984.
- COIMBRA-FILHO, A. F; SILVA, R. R.; PISSINATTI, A. Sobre a dieta de Callitrichidae em cativeiro. *Revista Biotérios*, v. 1, p. 83-93, 1981.
- COIMBRA-FILHO, A.F. Aspectos inéditos do comportamento de sagüis do gênero *Callithrix* (Callitrichidae, Primates). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 32, n. 4, p. 505-512, 1972.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Métodos analíticos. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998. p.1-199.
- COSTA, G.M.. FRANCIOLLI, A.L.R.; MANÇANARES, C.A.F.; LIMA, M.G., et al – Análise morfológica comparativa das glândulas cutâneas de cheiro do sagüis de tufo branco (*Callithrix jacchus*) e do sagui de tufo preto (*Callithrix kuhlli*) (*Callitrichidae – Primates*). *Revista Biotemas*, 20 (2) : 65-72, junho de 2007.
- CRISSEY, S. Diets for callitrichids—management guidelines. *Callitrichid Husbandry Manual*, 2003.
- CUBAS, Z.S; SILVA, J.C.R; CATÃO-DIAS,J.L. Tratado de Animais Selvagens-Medicina Veterinária. São Paulo: Rocca, 2006.
- DEL-CLARO, K.; FÁBIO, P. As distintas faces do comportamento animal. Sociedade Brasileira de Etologia, Jundiaí - SP : Livraria Conceito, 2003.
- DIERENFELD, E. S. Symposium on “Nutrition of wild and captive wild animals”. *Proceedings of the Nutrition Society*, p. 989-999, 1997.
- DINIZ, L. S.M. Primatas em cativeiro: Manejo e Problemas Veterinários – enfoque para espécies Neotropicais – São Paulo: Ícone, 1997.
- EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. *J. Applied. Poultry Res.* 6, 462, 1997.

- ESTEP, D. Q.; DEWBURY, D. A. Mammalian reproductive behavior. In: KLEIMAN, D. et al. *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques*. The University of Chicago Press, p. 379-389, 1996.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H. S. Planejamento experimental em avicultura e interpretação de resultados. *Conferência 2002 APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola*, FACTA, Campinas, SP, p.117-134, 2002.
- FARIA, D. S. O estudo de campo do mico-estrela (*Callithrix penicillata*) do Planalto Central Brasileiro. In: In: ADES, C. *Etologia de animais e de homens*. São Paulo: Edicon, p. 109-121, 1986.
- FARMLAND. http://www.farmland.com/feed_ingredients/index.html. 2001, acessado em fevereiro, 2008.
- FELDMAN, H.A.; McMAHON, T.A. The $\frac{3}{4}$ mass exponent for energy 80 metabolism is not an statistical artifact. *Respiration physiology*, v.52, p.149-163, 1983.
- FERRARI, S. F. The behaviour and ecology of the buffyheaded marmoset, *Callithrix flaviceps* (O. Thomas, 1903). Doctoral thesis, University College London, London, 1988.
- FERRARI, S. F., CORREA, H. K. M. & COUTINHO, P. E. G. (1996). Ecology of the 'southern' marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*): how different, how similar? In *Adaptive radiations of neotropical primates: 157±172*. Norconk, M. A., Rosenberger, A. L. & Garber, P. A. (Eds). New York: Plenum Press.
- FERRARI, S. F.; LOPES, M. A.; KRAUSE, E. A. K. Brief communication: gut morphology of *Callithrix nigriceps* and *Saguinus labiatus* from western brazilian amazonia. *American Journal of Physical Anthropology*, v. 90, p. 487-493, 1993.
- 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.
- FISCHER Jr., A. A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.2, p.314-318, 1998.
- FLURER, C. I.; ZUCKER, H. Coprophagy in marmosets due to insufficient protein (amino acid) intake. *Laboratory Animals* 22:330-331, 1988.
- FONSECA, G. A. B. DA; HERMANN, G.; LEIT, Y. R. L. MITTERMEIRER. R. A.; RYLANDS, A. B.; PATON, J. L. Lista anotada dos maníferos do Brasil. *Occasional Paper in Conservation Biology*, n. 4, p. 1-38, 1996.
- FONSECA, G. A. B.; LACHER JR., T. E. Exudate feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semideciduous woodland (cerradão) in central Brazil. *Primates* 25:441-450, 1984.

- FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Guiford: Biddles. 532p., 1995.
- HENN, J. D.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M. Comparação do valor nutritivo de farinhas de sangue e de farinhas de vísceras para suínos utilizando-se o método da proteína e gordura digestíveis e o método de substituição. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.4, p.1366-1372, 2006.
- HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. V.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L.; PEZZATO, E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com levedura e derivados. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.7, p.1035-1042, jul. 2007.
- HUME, I. D. Optimal digestive strategies in mammals herbivores. *Physiology Zoology*, 62(6), p. 1145-1163, 1989.
- JOHNSON, E. O.; KAMILARIS, T. C.; CARTER C. S.; CALOGERO, A. E.; GOLD P. W.; CHROUSOS, G. P. The biobehavioral consequences of psychogenic in a small social primate (*Callithrix jacchus jacchus*). *Biological Psychiatric*, v. 40, p. 317-337, 1996.
- JOHNSON, M.L.; PARSON, C.M.; FEHEY JR., G.C. et al. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-product meals by cecectomized roosters and ilealy cannulated dogs. *Journal of Animal Science*, v.76, n.4, p.1112-1122, 1998.
- JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, L.F. Energia para Frango de Corte. In: Simpósio internacional sobre nutrição de aves, Campinas, p.41-52, 1999.
- KIRKWOOD, J. K.; UNDERWOOD, S. J.: Energy requirements of captive cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus oedipus*). *Folia Primatol.* 42:180–187; 1985.
- KLEIBER, M. *The fire of life: an introduction to animal energetics*. Huntington: Krieger, 453p, 1975.
- KLEIN, B.P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, v.10, p.179-93, 1987.
- KNAPKA, J. J.; BARNARD, D. E.; BAYNE, K. A. L.; LEWIS, S. M.; MARRIOTT, B. M.; OFTEDAL, O. Nutrition. In: BENNETT, B. T.; ABEE, C. R.; HENRICKSON, R. (eds). *Nonhuman Primates in Biomedical Research: biology and management*. San Diego, Academic Press, p. 211-248, 1995.
- LAMBERT, J. E. Primate Digestion: Interactions among anatomy, physiology, and feeding ecology. *Evolutionary Anthropology*, p. 8-20, 1998.
- LIMA, G. J. M. M.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; LAZZARETTTI D.; CRIPPA, J. Valores de digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos. Comunicado técnico, 152. /EMBRAPA–CNPSA. Abril, 1990.

LLOYD, L.E., B.E. MCDONALD, AND E.W. CRAMPTON. Energy requirements of the body. Pp. 396-438 in *Fundamentals of Nutrition*. San Francisco: W.H. Freeman and Co., 1978.

MANSFIELD, K. Marmosets models commonly used in biomedical research. *Comparative Medicine*, v. 53, n. 04, p. 383 – 392, 2003.

Manual de vigilância de epizootias em primatas não-humanos - Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 56 p. Série A. Normas e Manuais Técnicos, 2005.

MARCUS, R., COULSTON, A.M. Vitaminas hidrossolúveis. *In: GILMAN, A.G., ROLL, T.W., NIES, A.S. As bases farmacológicas da terapêutica*. 8.ed. Rio de Janeiro : Guanabara, 1991. p.1017-1032.

MARTIN, D. P. Feeding and nutrition. *In: FOWLER, M. E. Zoo and Wild Animal Medicine*, Philadelphia, W. B. Saunders, 1 ed., p 661-663, 1986.

MASUMOTO, T.; HOSOKAWA, H.; SHIMENO, S. Ascorbic acid's role in

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. *The metabolizable energy of feed ingredients for chickens*. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965.

MATUSIEWICZ, M., DABROWSKI, K., VOLKER, L., MATUSIEWICZ, K. Ascorbate polyphosphate is a bioavailable vitamin C source in juvenile rainbow trout: tissue saturation and compartmentalization model. *J. Nutr.* 125, 3055–3061, 1995.

MATUSIEWICZ, M.; DABROWSKI, K.; VOLKER, L.; MATUSIEWICZ, K. Ascorbate polyphosphate is a bioavailable vitamin C source in juvenile rainbow trout: tissue saturation and compartmentalization model. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.125, n.12, p.3055-3061, 1995.

MEIJA, A. M. G.; FERREIRA, W. M. Métodos de avaliação da disponibilidade da proteína e dos aminoácidos nos alimentos para não ruminantes. *In: Anais do I Simpósio Internacional de Animais Silvestres*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 9 p., 1996.

MENDES, W. S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P.C.; SILVA, F.O.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, F.C.O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p.207-213, 2004.

MIRANDA, G. H. B. DE E FARIA, D. S. de. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Braz. J. Biol.* 61(3): 397–404, 2001

MIRANDA, G. H. B. de. Aspectos da ecologia e comportamento do mico-estrela (*Callithrix penicillata*) no cerradão e cerrado denso da Área de Proteção Ambiental (APA)

do Gama e Cabeça-de-Veados/DF. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

MITCHELL, H.H. *Comparative nutrition of man and domestic animals*, Academic Press, pp 567-647, 1964.

MITTERMEIER, R.A.; RATSIMBAZAFY, J.; RYLANDS, A.B.; et al. In: *Primates in peril - the world's 25 most endangered primates 2006–2008*, 2007.

MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; SCAPINELLO, C. Utilização da levedura seca (*Saccharomyces* spp) na alimentação de suínos na fase de crescimento, *Revista Unimar*, Maringá, v.16 (Suplemento 1), p.111-121, 1994.

MURRAY, S.M.; PATIL, A.R.; FAHEY JR., G.C. et al. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. *Journal Animal Science*, v.79, n.9, p.2497-2505, 1997.

NASCIMENTO A. L., GOMES, P. C., ALBINO L. F. T., ROSTAGNO H. C., TORRES R. A. Composição Química e Valores de Energia Metabolizável das Farinhas de Penas e Vísceras Determinados por Diferentes Metodologias para Aves. R. *Bras. Zootec.*, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.579-583, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Nonhuman Primates*, 2 ed. Washington: National Academy Press, 306 p., 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient requirements of poultry*, 9 ed. Washington: National Academy Press, 155 p., 1994.

NEYMAN, P. F. Aspects of the ecology and social organization of free-ranging cotton-top-tamarins (*Saguinus Oedipus*) and the conservation of the species. In: KLEIMAN, D. G. *The biology and Conservation of Callitrichidae*. Washington D. C: Smithsonian institute press, p. 39-71, 1977.

NIEVERGELT, C. M.; MARTIN, R. D. Energy Intake during reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Physiology & Behavior*, v. 65, p. 849-854, 1999.

NINOMIYA, K. Natural occurrence. *Food Rev. Int.* 14: 177–212, 1998.

NOWAK, R. M. Primates. In: *Walker's Mammals of the World*. 5 ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, p. 400-514, 1991.

NUNES, I. J. *Nutrição Animal Básica*, FEP – MVZ Editora, Belo Horizonte, 2 ed., 388p. 1998.

O'KEEFE, T. *Ascorbic acid and stable ascorbate esters as sources of vitamin C in aquaculture feeds*. 2001. Singapore: American Soybean Association – United Soybean Board, 2001. 8 p. (ASA Technical Bulletin Vol. AQ48-2001). Disponível em: <<http://www.asasea.com/technical/aq48-2001.html>>. Acesso em: 05 fev. 2009.

- OFTEDAL, O. T.; ALLEN, M. E. *Animals in Captivity, Principles and Techniques*. The University of Chicago Press, p. 148-157, 1996.
- PESSUTTI, C.; GOMES, M. T; PRADA, F. Avaliação da digestibilidade da matéria seca em sagüis de tufo preto (*Callithrix penicillata*) e macacos-prego (*Cebus apella*). *J. vet. Re. Anim. Sci.*, v. 34, n.1, p.30-36, 1997.
- PETRY, H.; RIEHL, I.; ZUCKER, H.: Spontanaktivität und Fressverhalten von Weissbüscheläffchen (*Callithrix jacchus*). *Z. Versuchstierk.* 29:15–25; 1987.
- PILON, L. *Estabelecimento da útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração*. 111 pag. (Tese mestrado) – USP, ESALQ, Piracicaba, 2003.
- PORTMAN, O. W.: Nutritional requirements (NRC) of nonhuman primates. In: Harris, R. S., ed. *Feeding and nutrition of nonhuman primates*. New York: Academic Press, 87–115, 1970.
- POWER, M. L. Digestive Function, Energy Intake and The Response to Dietary Gum in Captive Callitrichids. Ph.D. thesis, Berkeley: UC-Berkeley, 1991.
- 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.
- POZZA, P. C.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; POZZA, M. S. S.; RODRIGUEIRO, R. J.B.; NUNES, R. V. Determinação e predição dos valores de energia digestível e metabolizável da farinha de vísceras para suínos. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.9, n.4, p. 734-742, out/dez, 2008.
- PRICE, E. C. The nutrition of Geoffroy's marmoset *Callithrix geoffroyi* at the Jersey Wildlife Preservation Trust. *Dodo. J. Wildl. Preserv. Trusts* 28:58-69, 1992.
- REINHARDT, V. Foraging for caged macaques: a review. *Laboratory Primate Newsletter*, v.32, n. 4, p.1-4, 1993.
- RENTAS – Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres. *Os números do tráfico*, www.rentas.org.br (acesso em 16/09/2007a).
- RENTAS – Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres. *As principais rotas do tráfico*, www.rentas.org.br (acesso em 16/09/2007b).
- RITCHER, C. B.; LEHNER, N. D.; HERNRICKSON, R. V. Primates. In: FOX, J. G.; COHEN, B. J.; LOEW, F. M. (eds). *Laboratory Animal Medicine*. San Diego, Academic Press, p. 298-301, 1984.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, 2002.
- ROOBINS, C. T. *Wildlife feeding and nutrition*. Florida, Academic Press, 343 p., 1983.
- ROSTAGNO, H. S. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*, 2 ed. Viçosa: UFV. 186p., 2005.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 141p., 2000.
- ROWE, N. *The pictorial guide to the living primates*. Charlestown, Rhode Island: Pogonia Press, p. 66, 1996.
- RYLANDS A B.; SCNEIDER H.; LANGGUTH A.; MITTERNEIER, R. A.; GROVES, C. P.; RODRIGUEZ-LUNA E. An assessment of diversity of New World Primates. *Neotropical primates*, v. 8, n. 2, p. 61-93, 2000.
- RYLANDS, A. B. Evolução do sistema de acasalamento em Callitrichidae. In: ADES, C. *Etologia de animais e de homens*. São Paulo: Edicon, p. 87-108, 1986.
- RYLANDS, A. B.; FARIA, D. S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: A. B. Rylands (ed.), *Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology*. Oxford Science Publications, Oxford, pp. 262-272, 1993.
- SAAD, C. E. P. *Avaliação de alimentos e determinação das necessidades de proteína para manutenção de papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva)*. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 165 p., 2003. (Tese de Doutorado).
- SAAD, C. E.P.; FERREIRA, W. M.; BORGES, F. M. O.; LARA, L. B. Digestibilidade e retenção de nitrogênio de alimentos para papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*). *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1500-1505, set./out., 2007.
- SAKOMURA, N. K; ROSTAGNO, H. S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: Funep, 283p., 2007.
- SANTOMÁ, G. Necessidades proteicas de las gallinas ponedoras. In: DE BLAS, C. E MATEOS G. G. (ed). *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras*, p. 71-114, 1991.
- SANTOS, Z. A. S., FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; RODRIGUES, P. B.; LIMA, J. A. F. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federal de lavras. *Ciênc. Agrotec.*, lavras, v. 29, n. 1, p. 232-237, jan./fev. 2005.
- SCANLON, C .E.; CRUZ, M. A. O. M.; RYLANDS, A. B. J. Exploração de exsudatos vegetais pelo sagüi-comum, *Callithrix jacchus*. In: RYLANDS, A. B.; BERNARDES, A. T. (EDS). *A primatologia no Brasil 3*, Fundação Biodiversitas, p. 251-285, 1991.
- SCHANG, M. J. Valor nutritivo de ingredientes y raciones para aves: energia disponible. *Ver. Arg. Prod. Anim.*, n. 7, v. 6, p. 599-608, 1987.
- SCHEUERMANN, G. N.; ROSA, P. S. AGROSOFT BRASIL. Documento publicado em www.agrosoft.org.br/agropag/100285.htm criado em 18/03/2008 e impresso em 22/12/2008.
- SEERLEY, R.W. Major feedstuffs used in swine diets. In: MILLER. E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. (Eds.) *Swine nutrition*. Butterworth-einemann, p.509-516, 1991.

- SGAI, M. G. F. G. Avaliação da influencia das técnicas de enriquecimento ambiental nos parâmetros endócrinos e comportamentais de *Callithrix penicillata* (sagüi-de-tufos-pretos) mantidos em estabilidade social e isolados. Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado. 113 p., 2007.
- SIBBALD, I. R. Metabolizable energy in poultry nutrition. *Bioscience*, v.30, p. 736-741, 1980.
- SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associates with evaluation of fats. *Poultry Science*, v. 42, n. 1, p. 13-25, 1963.
- SKELBAEK, T.; ANDERSEN, N. G.; WINNING, M.; WESTERGAARD, S. Stability in fish feed and bioavailability to rainbow trout of two ascorbic acid forms. **Aquaculture**, Amsterdam, v.84, n.3-4, p.335-343, 1990.
- SMITH, T.E., FRENCH J.A. *Psychosocial stress and urinary cortisol excretion in marmoset monkeys (Callithrix kuhli)*. *Physiology & Behaviour*, v.62, n.2, p.225 - 232.1997.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. *SAS User's guide*. Release 6.03. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC, USA, 1995.
- STEVENSON, M. F.; RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. In: *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*, Vol. 2, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho e G. A. B. da Fonseca (eds.), pp.131–222. World Wildlife Fund, Washington, DC, 1988.
- STURMAN, J. A. Taurine in development. *Physiological Reviews* 73(1):119-147, 1993.
- SUSSMAN, R. W.; KINZEY, W. G. The ecological role of the callitrichidae: a review. *American Journal of Physical Anthropology*, v. 64, p. 419-449, 1984.
- TABELA de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3.ed. Concórdia: EMBRAPA/ CNPSA, 97p., 1991.
- TACON, A. G. J. Vitamin nutrition in shrimp and fish. In: AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP. Thailand and Indonesia. **Proceedings ...** Singapore: Americam Soybean Association, 1991. Editado por D. M. Akiyama e R. K. H. Tan, 1991.
- TESHIMA, E.; RIVERA, N. L M.; KAWAUCHI, I. M.; GOMES, M. O. S.; BRUNETTO, M. A.; CARCIOFI, A. C. Extrato de levedura na alimentação de cães: digestibilidade e palatabilidade. 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Jaboticabal, 2007.
- VERONA, C.E.S.; PISSINATI, A. Primates – Primatas do Novo Mundo (sagüi, macaco-prego, macaco aranha, bugio). In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. *Tratado de Animais Selvagens*. São Paulo: Roca, p. 358 – 377, 2007.

VIEIRA, I.C.G.; SILVA, J.M.C.; TOLEDO, S.P.M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. In: Estudos Avançados, p. 155, vol. 19, nº54, 2005.

VILELA, S. L. Aspectos ecológicos e comportamentais de dois grupos de *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em fisionomia de cerrado denso e cerrado e comparação entre estação seca e chuvosa, incluindo dados fenológicos. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, 1999.

VILELA, S. L.; VARIA, D. S. Dieta do *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em áreas de cerrado no distrito federal, Brasil. Neotropical Primates 10(1), 2002.

VILLAMIDE, M.J.; MAERTENS, L.; de BLAS, C.; PEREZ, J.M. Feed Evaluation. In De Blas, C. & Wiseman, J. (Eds.), The nutrition of the rabbit, CAB Publishing, p. 80- 101. 1998.

WITHERS, P.C. Animal energetics. In: *Comparative animal physiology*, Fort Worth: Saunders College Publishing, p.82-121, 1992.

YANKA, R.M.; JAMIKORN, U.; TRUE, A.D. et al Evaluation of soybean meal as a protein source in canine foods. Animal Feed Science and Thecnology, v.109, p.121-132, 2003b.

YANKA, R.M.; JAMIKORN, U.; TRUE, A.D. et al. Evaluation of low-ash poultry meal as a protein source in canine foods. Journal of Animal Science, v.81, n.9, p.2279-2284, 2003a.

ZIEGLER, T. E.; SAVAGE, A.; SCHELFER, G.; SNOWDON, C. T. The endocrinology of puberty and reproductive functioning in cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) under varying social conditions. *Bio. Reprod.*, p. 618-627, 1987.

ZONTA, M.C. de M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTA, A.; PEREIRA, C.R. Energia metabolizável de farinhas de soja ou produtos de soja, determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. Archivos de Zootecnia Universidad de Córdoba, España, vol. 55, núm. 209, p. 21-30, 2006.