

**FARINHA DA CASCA DO MARACUJÁ
ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO NO
CONTROLE DA LIPIDEMIA DE RATAS**

HESSEL MARANI LIMA

2008

HESSEL MARANI LIMA

**FARINHA DA CASCA DO MARACUJÁ
ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO NO
CONTROLE DA LIPIDEMIA DE RATAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientadora:
Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos

**LAVRAS
MINAS GERAIS / BRASIL
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lima, Hessel Marani.

Farinha da casca do maracujá associada ao exercício físico no controle da lipidemia de ratas. / Hessel Marani Lima – Lavras : UFLA, 2008.
108 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientadora: Maria de Fátima Píccolo Barcelos.

Bibliografia.

1. Farinha. 2. Maracujá. 3. Lipidemia. 4. Exercício físico.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 664.72272

HESSEL MARANI LIMA

**FARINHA DA CASCA DO MARACUJÁ
ASSOCIADA AO EXERCÍCIO FÍSICO NO
CONTROLE DA LIPIDEMIA DE RATAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 29 / 02 / 2008

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Prof. Dr. Aduino Ferreira Barcelos | EPAMIG |
| Prof. Dr. Carlos José Pimenta | UFLA |
| Prof. Dr. José Luís Contado | UFLA |
| Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa | UFLA |

Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos
UFLA
(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS / BRASIL
2008**

DEDICO:

“A DEUS Pai TODO PODEROSO, a Ti Toda Honra e Toda GLORIA agora e para sempre”. Somente ele tem me ensinado a dissipar as freqüentes névoas da minha incredulidade, as quais, muitas vezes, me impediram de ver com clareza tudo aquilo que a vida tem reservado para mim. As possibilidades existem e elas estão à nossa frente. Afinal, em Ti eu creio e também na Tua palavra: TUDO É POSSÍVEL AO QUE CRÊ!

OFEREÇO:

A meu filho “AKIA”:

O qual, mesmo quando meus sonhos se encontram aos pedaços, ali no chão de uma ruazinha triste, não importando o lugar, vem meu caminho ILUMINAR...

Que DEUS possa sempre lhe guardar, meu pequeno RAIO de SOL, e que Você, independente do tempo de INVERNO, possa sempre despertar uma LUZ no canto esquerdo do peito das pessoas que te cercam e que Você possa sempre aprender com as ADVERSIDADES da própria VIDA, fazendo dessas INSTRUMENTOS para a edificação de SUA...

Prefiro EU uma VIDA grandiosa, repleta de POSSIBILIDADES de TRIUNFOS, GLÓRIAS OU mesmo DERROTAS,

que uma VIDA MORNA inerente aos pobres de espírito, os quais sofrem MENOS, ou num estado catatônico NÃO conhecem DERROTAS e muito menos GLORIAS,

pois só existem dois dias na VIDA sobre os quais NADA pode ser feito: Um deles se chama Ontem e outro é o Amanhã.

Portanto, o HOJE é a DÁDIVA de DEUS para: Amar, Sorrir, Sonhar, Ousar, Produzir e, acima de tudo, ACREDITAR!!!

Hessel :)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras, mais especificamente ao Departamento de Ciência dos Alimentos (UFLA/DCA), e a todos os seus funcionários, pela receptividade e acolhimento.

Ao Departamento de Medicina Veterinária (DMV), pelo apoio técnico durante a execução dos ensaios “in vivo”.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), pelo tempo pelo qual me foi concedido o apoio financeiro, durante parte do projeto, sem o qual seria difícil sua concretização.

Meu eterno agradecimento, em especial, a Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos, pela orientação, ensinamentos, confiança, carinho e apoio competente, indispensável para realização deste trabalho, mas, acima de tudo pela amizade. "O princípio da sabedoria é o desejo autêntico de instrução..."

Ao Prof. Raimundo Vicente de Sousa, por todo o apoio técnico, respeito, ensinamentos, confiança em mim depositada e, fundamentalmente, amizade. "Amigo é alguém, diante de quem, você é você mesmo"

Aos professores membros da banca examinadora, pela valiosa contribuição de revisão, conselhos e aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos meus pais, Parcifal de Oliveira Lima e Maria Augusta Marani Lima, por todos os ensinamentos e pela confiança em mim depositada: "Todo AMOR que houver nesta VIDA ou em qualquer outra ..."

Aos meus avós, “in memoriam”, Antonio Marani Filho e Bernadete Marani Maciel, por terem sido exemplos de vida e dedicação à família

Em especial, a minha equipe de trabalho: Jacyara, Ana Paula, Luciana, Katiane e Carla, por toda a dedicação, companheirismo e AMIZADE, nos dias comuns, feriados, fins de semana, regados, muitas vezes, de “banhos” nas ratas, limpeza do biotério (xixi, fezes, Ufa!! Passou!!). A vocês, que foram “um corpo inteiro”, meu MUITO obrigado. “O AMOR é CEGO, mas AMIZADE é CLARIVIDENTE... Contem Comigo SEMPRE...”

Ao dom da vida, na qualidade dos animais experimentais. “Pior que a morte é uma vida sem propósitos”. Que estas vidas possam, de alguma forma, contribuir em prol de outras.

Ao professor Marcelo Eustáquio Rezende, membro da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), pela receptividade, amizade e pela boa vontade na doação dos animais experimentais.

Aos amigos de Laboratório de Bioquímica Nutricional, Andréa, Andreisa, Juciane, Luiz Gustavo, Michel, Melissa, Suely, Viviane e Abel. A vocês todos, meu agradecimento e respeito

Aos funcionários do DCA, hoje grandes amigos: Cidinha, Creuza, Rafaela, Sandra, Sara, Sr. Miguel, Michele, Sr. Piano, Talíta, Tina, bem como os funcionários do DMV, Marcos e Wiliam, por valiosas contribuições no decorrer do trabalho experimental ou, simplesmente, às vezes por um sorriso ou doce bom dia.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, mas que, involuntariamente, não tiveram seus nomes explícitos aqui.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|---------------|
| LISTA DAS TABELAS..... | i |
| LISTA DAS FIGURAS..... | iii |
| LISTA DE ABREVIATURAS | v |
| RESUMO GERAL..... | vi |
| GENERAL ABSTRACT | vii |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 1.1 OBJETIVO GERAL..... | 3 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO..... | 4 |
| 1.1 O potencial das fibras alimentares..... | 5 |
| 1.1.1 Definição, classificação, distribuição e ingestão das fibras..... | 5 |
| 1.1.2 Efeitos fisiológicos da fração fibra..... | 6 |
| 1.1.2.1 Ingestão de fibras versus absorção dos lipídios..... | 7 |
| ✓ Alguns possíveis mecanismos de fibras solúveis na ação hipolipidêmica..... | 9 |
| 1.1.2.2 Ingestão de fibras versus absorção da glicose..... | 10 |
| ✓ Alguns possíveis mecanismos das fibras solúveis na ação hipoglicemiante... | 11 |
| 1.2 Resíduo do maracujá (casca), como fonte de fibra para o consumo humano..... | 12 |
| 1.3 Exercícios físicos no controle da lipidemia e glicemia | 14 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 16 |
| CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICA FÍSICAS E QUÍMICAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MARACUJÁ, EM TRÊS DIFERENTES ÉPOCAS, NA SAFRA DE 2005..... | 21 |
| RESUMO..... | 22 |
| ABSTRACT..... | 23 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 24 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.1 Aquisição da matéria prima e produção das farinhas de casca do maracujá..... | 27 |
| 2.2 Análises físicas dos frutos e das farinhas de casca do maracujá..... | 27 |
| 2.2.1. Análises físicas dos frutos..... | 27 |
| 2.2.2. Análises físicas das farinhas de casca do maracujá..... | 28 |
| 2.3 Análises químicas e bioquímicas das farinhas de casca do maracujá..... | 28 |
| 2.4 Análises estatísticas..... | 29 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 30 |
| 3.1 Parâmetros físicos dos frutos e das farinhas de casca do maracujá..... | 30 |
| 3.1.1. Parâmetros físicos dos frutos..... | 30 |
| 3.1.2 Parâmetros físicos das farinhas de casca do maracujá..... | 32 |
| 3.1.2.1 Rendimento das farinhas de casca do maracujá..... | 32 |
| 3.2 Parâmetros químicos e bioquímicos dos frutos e das farinhas de casca do maracujá..... | 35 |
| 3.2.1 Fibra em detergente ácida, fibra em detergente neutra e hemicelulose dos frutos do maracujá..... | 35 |
| 3.2.2 Pectina das farinhas de casca do maracujá..... | 37 |
| 3.2.3 Composição centesimal das farinhas de casca do maracujá..... | 40 |
| 3.2.4 Fibra Alimentar (total, solúvel e insolúvel), das farinhas de casca do maracujá..... | 43 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 47 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 48 |

CAPÍTULO 3: EFEITOS DA FARINHA DA CASCA DO MARACUJÁ E DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NA LIPIDEMIA DE RATAS..... 53

| | |
|--|-----------|
| RESUMO..... | 54 |
| ABSTRACT..... | 55 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 56 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 57 |
| 2.1 Experimento de referência..... | 58 |
| 2.2.Elaboração da farinha da casca do maracujá (FCM)..... | 58 |
| 2.3Ensaio <i>in vivo</i> | 59 |
| 2.4 Programa de exercícios físicos (natação)..... | 60 |
| 2.4.1 Adaptação ao meio líquido (1ª Fase)..... | 61 |
| 2.4.2 Exercícios físicos (2ª Fase do treinamento experimental)..... | 62 |
| 2.5 Preparo das dietas e estabelecimentos dos tratamentos experimentais..... | 63 |
| 2.5.1Composição centesimal das dietas..... | 66 |
| 2.5.2 Controle do desenvolvimento ponderal dos animais | 66 |
| 2.6 Procedimento experimental..... | 66 |
| 2.6.1 Coleta de amostras..... | 66 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 2.6.2 | Análise de lipídios..... | 67 |
| 2.6.2.1 | Análises de lipídios sorológicos..... | 67 |
| a) | Colesterol total (CT) | 67 |
| b) | Lipoproteína de alta densidade (HDL-c)..... | 67 |
| c) | Lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) e Lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-c)..... | 67 |
| d) | Triacilgliceróis (TAG)..... | 68 |
| 2.6.2.2 | Análises de lipídios hepáticos..... | 68 |
| a) | Lipídios totais hepáticos..... | 68 |
| b) | Colesterol total e triacilglicerol hepáticos..... | 68 |
| 2.7 | Peso hepático..... | 68 |
| 2.8 | Excreção fecal..... | 69 |
| 2.9 | Análise de glicose sérica..... | 69 |
| 2.10 | Análises estatísticas..... | 69 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 71 |
| 3.1 | Experimento de referência..... | 71 |
| 3.2 | Desenvolvimento ponderal..... | 72 |
| 3.3 | Variáveis séricas, hepáticas e físicas dos animais experimentais..... | 74 |
| 3.3.1 | Colesterol total (CT) dos animais experimentais..... | 75 |
| 3.3.2 | Lipoproteína de alta densidade (HDL-c) no soro dos animais experimentais..... | 77 |
| 3.3.3 | Lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) no soro..... | 79 |
| 3.3.4 | Relação das lipoproteínas de alta densidade (HDL) com as lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) mais lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) no soro..... | 81 |
| 3.3.5 | Triacilgliceróis (TAG) dos animais experimentais..... | 82 |
| 3.3.6 | Lipídios totais hepáticos..... | 83 |
| 3.3.7 | Peso hepático dos animais experimentais..... | 84 |
| 3.3.8 | Excreção fecal | 85 |
| 3.3.9 | Glicose sérica..... | 87 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 89 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 90 |
| | ANEXOS..... | 94 |
| | Lista de tabelas do anexo..... | 95 |
| | Lista de figuras do anexo..... | 97 |
| | Anexo 1: | 98 |
| | Anexo 2 | 99 |
| | Anexo 3..... | 100 |
| | Tabelas dos resumos de análise de variância referentes ao Cap. 2..... | 101 |
| | Tabelas dos resumos de análise de variância referentes ao Cap. 3..... | 105 |

LISTA DAS TABELAS

| | Página |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 2: | 21 |
| TABELA 1 Valores médios dos parâmetros físicos, de três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA), em três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05..... | 30 |
| TABELA 2 Valores médios do rendimento (%), das farinhas da casca de maracujá de três espécies de maracujá: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA)..... | 32 |
| TABELA 3 Valores médios das fibras FDA, FDN e hemicelulose das cascas de três espécies de maracujá, maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes de três épocas diferentes, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05..... | 36 |
| TABELA 4 Valores médios da porcentagem de pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização da pectina das farinhas da casca do maracujá (FCM) de três espécies: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes de três épocas diferentes, na safra/2005: início da safra, jan /05); meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05..... | 38 |
| TABELA 5 Valores médios da composição centesimal, com base na matéria seca das cascas de três variedades de maracujá: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05..... | 41 |
| TABELA 6 Valores médios de porcentagem de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI) de três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA)..... | 43 |

CAPÍTULO 3:..... 53

| | | |
|-----------------|--|----|
| TABELA 1 | Identificação dos tratamentos com suas respectivas utilizações de fibras (celulose e FCM), nível de exercício físico (animais sedentários e exercitados) e conteúdo de colesterol (presente e ausente) das dietas experimentais..... | 64 |
| TABELA 2 | Composição das dietas experimentais oferecidas aos oito grupos de animais experimentais - ratas (g/kg). | 65 |
| TABELA 3 | Valores médios e desvio padrão do peso inicial (g), peso final (g) e ganho de peso (g) dos animais experimentais..... | 73 |
| TABELA 4 | Análises séricas (CT, HDL-c, LDL-c, TAG, relação LDL+VLDL/HDL), hepáticas (CT, TAG, lipídios totais, peso hepático), excreção fecal e glicose sérica. | 74 |

LISTA DAS FIGURAS

| | Página |
|--|---------------|
| CAPÍTULO 2: | 21 |
| FIGURA 1 Principais etapas experimentais..... | 26 |
| FIGURA 2 Ilustração das três diferentes espécies de maracujá estudadas, em corte transversal, maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), seguidas de suas respectivas FCM..... | 35 |
| | |
| CAPÍTULO 3: | 53 |
| | |
| FIGURA 1 Ilustração simplificada das etapas da condução experimental..... | 57 |
| FIGURA 2 Ilustração dos locais da natação: i - individual e c - coletiva..... | 61 |
| FIGURA 3 Esquema do padrão utilizado para adaptação dos animais ao meio líquido, durante uma semana e meia..... | 62 |
| FIGURA 4 Programa de exercícios físicos (natação): micro e mesociclos, de horas nadadas/dia: ciclos adaptativos, condicionantes e recuperativos. Cada barra representa um microciclo (uma sessão de treinamento) e a soma de microciclos representa os mesociclos (Sac = sacrifício dos animais)..... | 63 |
| FIGURA 5 Hipercolesterolemia dos animais ao longo do experimento de referência, com base na análise de regressão..... | 71 |
| FIGURA 6 Desenvolvimento ponderal dos animais experimentais, ao longo de todo o experimento, com base na análise de regressão..... | 72 |

| | | |
|-----------------|--|----|
| FIGURA 7 | Valores médios do HDL-c sérico (md/dL). Letras maiúsculas idênticas entre as % de fibras não as diferem entre si e letras minúsculas idênticas entre os níveis de atividade (NA), não as diferem entre si ($p < 0,05$), ambas segundo o teste de Tukey)..... | 77 |
| FIGURA 8 | Ilustração da aparência das fezes dos animais experimentais. À esquerda os tratamentos controle (Cs, Ce, Ccs e Cce) e, à direita, os demais tratamentos (FCMs, FMCe, 0%Fs e 0%Fe)..... | 87 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------|---|
| AHA | American Heart Association |
| ACSM | American College of Sports Medicine |
| DCNT | Doenças crônicas não transmissíveis |
| DM1 | Diabético insulino dependente (tipo I) |
| DM2b | Diabético não insulino dependente (tipo II) |
| DIC | Delineamento inteiramente casualizado |
| NCEP | National Cholesterol Education Program |
| FAT | Fibra alimentar total |
| FS | Fibra solúvel |
| FI | Fibra insolúvel |
| FDN | Fibra detergente neutro |
| FDA | Fibra detergente ácido |
| CT | Colesterol total |
| HDL-c | Lipoproteínas de alta densidade (bom colesterol) |
| TAG | Triacilgliceróis |
| LDL-c | Lipoproteínas de baixa densidade (colesterol ruim) |
| VLDL-c | Lipoproteínas de muito baixa densidade |
| FMC | Farinha da casca do maracujá |
| MAD | Maracujá amarelo doce (<i>Passiflora alata</i>), |
| MAA | Maracujá amarelo azedo (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>) |
| MRA | Maracujá roxo azedo (<i>Passiflora edulis</i>), |
| pH | Potencial de hidrogênio |
| ØE | Diâmetro equatorial |
| ØL | Diâmetro longitudinal |
| Cs | Tratamento controle 5% celulose sedentário |
| Ce | Tratamento controle 5% celulose exercitado |
| Ccs | Tratamento controle 10% celulose. + 1% de colesterol sedentário |
| Cce | Tratamento controle 10% celulose + 1% de colesterol exercitado |
| FCMs | Tratamento 10 % FCM + 1% de colesterol sedentário |
| FCMe | Tratamento 10 % FCM + 1% de colesterol exercitado |
| ØFs | Tratamento 0% fibra + 1% de colesterol sedentário |
| ØFe | Tratamento 0% fibra + 1% de colesterol exercitado |

RESUMO GERAL

LIMA, Hessel Marani **Farinha da casca do maracujá associada ao exercício físico no controle da lipídemia de ratas**. 2008. 108 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar fisicamente os frutos e física e quimicamente o resíduo agroindustrial (casca) de três espécies de maracujá: maracujá amarelo doce (MAD) (*Passiflora alata curtis*), maracujá amarelo azedo (MAA) (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e maracujá roxo azedo (MRA) (*Passiflora edulis sims*). Dentre essas espécies, escolheu-se a mais indicada para a produção de farinha da casca do maracujá (FCM), que foi a espécie MAA, aplicada no experimento “*in vivo*”, investigando-se o efeito de seu consumo, associado ou não a um programa de 60 dias de exercícios físicos (natação), na busca do controle dislipidêmico de ratas *Fisher*. Dentre as espécies de maracujá, analisaram-se peso do fruto, diâmetros equatorial ($\emptyset E$), longitudinal ($\emptyset L$) e espessura do mesocarpo e ou “espessura da casca”, peso da semente, peso da polpa e peso da casca. Das farinhas da casca de maracujá analisaram-se: umidade, proteína, extrato etéreo, fibras, cinzas, fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), hemicelulose, pectina e fibra alimentar (total, solúvel e insolúvel). Os animais experimentais foram alimentados com dietas hipercolesterolêmicas. Para esses animais, realizaram-se as seguintes análises: a) séricos e sorológicos (glicose, CT, HDL-c, LDL-c, VLDL-c, TAG), b) teciduais hepáticos (CT, TAG e lipídios totais) e c) peso hepático e excreção fecal. Os principais resultados demonstraram: a) a espécie MAA como a mais indicada para a produção de FCM; b) o consumo da farinha da casca do maracujá apresentou melhor relação HDL/(LDL-c + VLDL-c) em animais que consumiram dietas hipercolesterolêmicas; também foi responsável por níveis mais elevados de HDL-c em animais que consumiram FCM, bem como mostrou-se eficiente em aumentar o volume fecal; c) o exercício físico mostrou-se efetivo na elevação de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e na manutenção de um menor peso hepático e d) parâmetros, como CT (sorológico e hepático), LDL-c e glicose sérica, não foram influenciados pelo consumo de farinha da casca do maracujá ou pela prática de exercícios físicos.

¹Comitê Orientador: prof.^a Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (Orientadora), prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Co-orientador).

GENERAL ABSTRACT

LIMA, Hessel Marani **Passion Fruit fiber associated to physical exercises for controlling lipidemy in female rats.** 2008. 108p. Thesis – (Doctoral in Food Science) Universidade Federal de Lavras, Lavras¹

Aiming to physically and chemically analyze the agroindustrial residue (peel) of three passion fruit species, yellow sweet passion fruit (maracujá amarelo doce – MAD) *passiflora alata curtis*, yellow sour passion fruit, (amarelo azedo – MAA), *passiflora edulis f. flavicarpa*, purple sour passion fruit (roxo azedo – MRA), *passiflora edulis sims*, among these species, it was chosen the most appropriate for the production of passion fruit peel flour, farinha da casca do maracujá (FCM), which was the species MAA, this was applied in the experiment “*in vivo*”, investigating the effect of its consumption, associated or not to a programme of 60 days physical exercises (swimming), in search of dislipidemy control in female *Fisher* rats. Amongst the passion fruit species it was analyzed the weight of the fruit, the equatorial diameter ($\varnothing E$), longitudinal ($\varnothing L$) and the width of the mesocarp and/or the “peel thickness”, weight of the seed, weight of the pulp, weight of the peel, and on the passion fruit peel flour weight, it was analyzed: wetness, protein, ether extract, fibers, ashes, acid detergent fibers (FDA), neutral detergent fibers (FDN), hemicelluloses, pectin and feed fiber (total, soluble). The experimental animals were fed on hipercolesterolemic diets, on these ones following analyzes were made: a) seric and serologic ones (glucose, CT, HDL-c, LDL-c, VLDL-c, TAG), b) hepatic tissues (CT, TAG and total lipidium), c) hepatic weight and fecal excretion. The main result indicate that: a) The yellow sour passion fruit, (amarelo azedo – MAA), as the most indicated to the production of FCM; b) The consumption of passion flour peel flour (FCM), presented better relation HDL/(LDL-c + VLDL-c), in animals which were fed on the hipercolesterolemic diets, being these also responsible for the higher levels of HDL-c in animals which had the intake of FCM, as well as it showed efficient for increasing the fecal volume; c) The physical exercises has shown more effective for rising the high level lipoprotein (HDL-c) and on the maintenance of a lower hepatic weight; d) parameters such as the CT (serologic and hepatic), LDL-c and seric glucose, were not influenced by the intake of passion fruit peel flour by the physical exercises.

¹Guidance Committee: prof.^a Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (Advisor), prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Co-advisor).

1 INTRODUÇÃO GERAL

O agronegócio do fruto maracujá, no Brasil, gera R\$ 500 milhões, emprega 250 mil pessoas e pode gerar de cinco a seis empregos diretos e indiretos, por hectare, durante dois anos, com apenas doze mil reais de investimentos (Meletti, 2000 e Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira, 2001). A fruticultura, um dos segmentos mais importantes na agricultura brasileira, responde por 25% do valor da produção agrícola nacional. O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com cerca de 35 mil hectares de área cultivada e produção média de 317 mil toneladas por ano, isso somente no ano de 2001 (Agrianual, 2001).

O maracujá (*Passiflora* sp.) é constituído por 18 gêneros e 630 espécies, porém, são três as espécies botânicas mais comercializadas: o maracujá-amarelo azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), que corresponde a 95% dos pomares cultivados no Brasil, seguido das espécies maracujá-amarelo doce (*Passiflora alata*) e maracujá-roxo azedo (*Passiflora edulis*) (Meletti, 2000).

A maioria da produção do maracujá é destinada à produção de suco, destinado ao mercado europeu (90% do suco produzido). Porém, os resíduos gerados pelo seu processamento correspondem a 2/3 da matéria-prima, sendo 90% de casca e 10% de sementes. Esses resíduos, quando não utilizados na nutrição animal, são descartados a céu aberto, contribuindo para elevação da poluição ambiental (Borges, 1991; Oliveira et al., 2002; Oliveira, 2005).

Apesar de todo o desenvolvimento industrial, são ainda escassas as políticas de aproveitamento dos resíduos agroindustriais pelo homem. Estudos têm sido realizados visando à possibilidade do uso de resíduos do maracujá, como a farinha da casca, para ser consumida diretamente ou adicionada a sucos, vitaminas e a outras farinhas para a obtenção de produtos de panificação, entre outros. O resíduo do maracujá é fonte de fibras alimentares e essas fibras

exercem efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano, desde que consumidas diariamente. Sua ingestão pode ajudar a normalizar o funcionamento intestinal, evitando o aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), tais como diabetes, dislipidemias e cânceres, entre outras.

Além das intervenções alimentares, como o uso de fibras alimentares, há muito se sabe que a prática de exercícios físicos também é essencial para a manutenção da qualidade de vida, sendo essa prática também caracterizada como medida profilática das referidas DCNT. Verifica-se que há correlação positiva entre indivíduos que realizam práticas esportivas com periodicidade e o aumento da qualidade de vida, evidenciando benefícios incontestáveis à saúde humana. Porém, tem sido foco da comunidade científica estabelecer quais características os exercícios físicos devem possuir para acarretarem alterações positivas na melhoria da saúde do indivíduo. Essas peculiaridades envolvem questões como diferentes intensidades de exercício, duração do exercício e tipos de exercícios, de modo a definir quais alterações intensificam as respostas favoráveis ao homem.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar, dentre três diferentes espécies de maracujá, em uma safra específica (2005), a influência de diferentes épocas de colheitas no teor de fibra alimentar e o efeito do consumo da farinha da casca do maracujá, associado ou não a exercícios físicos, sobre o controle lipidêmico de ratas consumindo dietas hipercolesterolêmicas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar algumas características físicas dos frutos de três diferentes espécies de maracujá, provenientes de três diferentes épocas de colheita, em uma safra específica.

- Obter a farinha da casca do maracujá (FCM) de cada espécie.

- Determinar a composição centesimal das FCM.

- Determinar os teores de fibras alimentares das referidas farinhas.

- Selecionar a espécie de maracujá mais indicada para a produção de farinhas da casca do maracujá (FCM).

- Avaliar o efeito do consumo da FCM da espécie selecionada, como fonte de fibra alimentar, associada ou não à prática do exercício físico, no controle da lipídemia sérica e hepática de ratas.

CAPÍTULO 1
REFERENCIAL TEÓRICO

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 O potencial das fibras alimentares

1.1.1 Definição, classificação, distribuição e ingestão das fibras

Em termos alimentares, a fração fibra não constitui um nutriente devido à ausência e ou à incapacidade de enzimas digestivas endógenas no trato digestório humano, capazes de hidrolisar suas ligações químicas (β 1-4). Porém, a fração fibra desempenha importantes ações fisiológicas no organismo (Buckeridge & Tiné, 2001).

As fibras podem ser classificadas, quanto à solubilidade em água, em solúveis e insolúveis. Esse fato as diferencia quanto às suas propriedades físico-químicas (capacidade de retenção, absorção de água, capacidade de troca catiônica e absorção de moléculas orgânicas) e funções fisiológicas. As fibras solúveis e insolúveis podem provocar alterações variadas e distintas em termos gastrintestinais, tais como mudanças morfológicas, como aumento do bolo alimentar e alterações na velocidade do trânsito intestinal, assim como alteração na absorção de nutrientes, no arraste de vitaminas e de sais minerais, e diminuição da absorção de lipídios e de açúcares (*Nestlé Nutrition Services*, 2000; Dutra de Oliveira & Marchini, 2000).

Em termos de classificação da fibra, o maior interesse é representado pelo aspecto biológico, que é relativo ao grau de solubilidade dessas substâncias no meio líquido. As fibras insolúveis são aquelas que formam, com a água, misturas de baixa viscosidade e são formadas pelas celulosas, hemicelulosas e ligninas. Na sua maioria, trata-se de materiais da parede celular, podendo contribuir e influenciar na textura e na suculência de certas partes das plantas (Buckeridge & Tiné, 2001). Em virtude da capacidade higroscópica das fibras, podem atuar diretamente no peristaltismo, aumentando o volume fecal e

reduzindo, assim, o tempo de trânsito intestinal e auxiliando na prevenção de doenças do intestino, como câncer e diverticulite (Corrêa, 2000; Stella, 2005a; Stella, 2005b).

As fibras solúveis formam misturas de consistência viscosa (formação de géis), cuja intensidade depende do vegetal de origem utilizado, sendo essas, compostas por substâncias pécticas, gomas, mucilagens, algumas hemiceluloses e polissacarídeos modificados. Essas fibras podem: alterar o tempo do esvaziamento gástrico; aumentar o poder de saciedade; retardar o tempo de absorção de carboidratos simples; reduzir o índice glicêmico dos alimentos; complexar os sais biliares e o colesterol aumentando sua excreção, assim como podem sofrer fermentação no intestino grosso, por bactérias anaeróbicas, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, como acetato, butirato e propionato, responsáveis pela redução do pH do cólon que, por sua vez, estão relacionados à diminuição de risco de câncer do cólon (Zaragoza et al., 2001).

Amplamente distribuídas na natureza, as fibras estão presentes em alimentos de origem vegetal (frutas, hortaliças, leguminosas, cereais, além de outros), sendo encontradas em teores mais elevados em porções específicas das plantas, como folhas, cascas, películas, bagaços, talos e outros (Lajolo, 2001).

As quantidades e ou a ingestão dietética de referência (DRIs) para a ingestão de fibra/dia para o consumo humano variam de acordo com o estágio de vida. Por exemplo, para crianças de 1 a 3 anos de idade, considera-se como ingestão adequada (AI) 19 g/dia e, para adultos (homens) de 19 a 50 anos, um valor mais elevado para AI, de 38 g/dia (*Institute of Medicine*, 2005).

1.1.2 Efeitos fisiológicos da fração fibra

Na busca do equilíbrio homeostático do organismo humano, torna-se essencial conhecer os prováveis efeitos da fração fibra sobre o mesmo. Não se trata apenas do conhecimento dos tipos de fibras existentes, mas também de

conhecer quais as quantidades e as proporções ideais de sua ingestão, sem que essas comprometam o referido equilíbrio.

Importantes características das fibras solúveis e insolúveis são o fato de serem substâncias que se distinguem em relação aos seus específicos efeitos fisiológicos (Nestlé..., 2000; Stella, 2005a; Stella, 2005b).

1.1.2.1 Ingestão de fibras versus absorção dos lipídios

A inclusão de fibras solúveis na dieta tem se mostrado efetiva na redução do colesterol total (CT) (Neves, 1997). Os níveis sanguíneos do CT e da fração lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) podem estar elevados no organismo humano, não só pelo fator genético, mas também por hábitos alimentares inadequados, ou seja, pelo consumo excessivo de calorias e, principalmente, pelo consumo excessivo de gorduras saturadas, colesterol e ausência de exercícios físicos. A redução nos níveis do CT pode ser conseguida não apenas pela redução do consumo de colesterol da dieta (menor consumo de certos alimentos de origem vegetal, como vísceras, ovos, camarão e outros), mas também pela redução desses níveis. Pode se dar também pela redução do peso corporal, pela substituição de ácidos graxos saturados por monoinsaturados, poliinsaturados e pelo aumento do consumo de fibra alimentar, principalmente a fração solúvel, em virtude de seus importantes efeitos hipocolesterolemiantes (Correa, 2000).

O uso de, aproximadamente, 3 g/dia de fibra alimentar (solúvel - produtos de aveia) pode diminuir os níveis de colesterol total. Essa redução pode ser maior em indivíduos com níveis de colesterol inicialmente mais elevados (Ripsin et al., 1992). Os resultados de Tietzen et al. (1995) e Dubois et al. (1995) também indicam a eficácia do farelo de aveia na redução do colesterol.

A adição de pectina cítrica e de pectato de cálcio à ração basal não

promoveu alterações nos níveis de colesterol sérico, em coelhos, durante 60 dias. Mas, quando a pectina cítrica foi adicionada à ração hipercolesterolemizante (contendo 0,6% de colesterol), verificou-se redução dos níveis de colesterol sérico, não tendo o mesmo sido observado ao se utilizar o pectato de cálcio (Derivi & Pourchet-Campos, 1984).

Ratos alimentados com dieta acrescida de pectina, durante quatro semanas, apresentaram significativa redução nos níveis de colesterol total (LDL-c) e apolipoproteína A-I. Houve aumento da atividade da 3-hidroxi-3 metilglutaril-CoA redutase e significativa redução dos níveis de triacilgliceróis em relação ao grupo controle. Esses múltiplos efeitos não foram observados nos grupos que receberam farelo de aveia, farelo de trigo ou celulose (Nishina et al., 1991).

Animais experimentais (ratos), consumindo dieta contendo 60g de fibra/kg e utilizando psyllium, aveia, goma guar e pectina, apresentaram significativa redução na concentração de colesterol sérico e hepático, quando comparados a ratos alimentados com celulose (fibra controle). As dietas foram acrescidas de 10g de colesterol e 2g de ácido cólico/kg. Os ratos alimentados com dietas contendo soja e farelo de aveia (fibras insolúvel e solúvel) não apresentaram alteração significativa no colesterol sérico, mas os valores de colesterol hepático foram reduzidos em relação ao grupo controle. Ratos alimentados com farelo de arroz (fibra insolúvel) tiveram, significativamente, colesterol hepático mais elevado e menor ganho de peso. Os níveis do colesterol do fígado e soro foram similares em ratos alimentados com farelo de milho, celulose e farelo de trigo (ricos em fibra insolúvel) (Anderson et al., 1994).

Foi observada redução, em torno de 5% - 15%, nos níveis de colesterol e LDL-c, após a adição de goma guar, pectina, psyllium, fibras de aveia e beta-glucano, com doses de 3-15 g/dia. O efeito mais acentuado foi verificado em pessoas com elevado nível de colesterol no sangue (Anderson & Hanna, 1999).

Foi sugerido que as fibras, quando consumidas na dieta diária, baixam o nível de colesterol, em virtude de sua associação os ácidos biliares (Neves, 1997; Nestlé..., 2000). Entretanto, este é um assunto controverso porque existem outras explicações possíveis, como, por exemplo: a) a de que a viscosidade conferida pelas fibras solúveis pode interferir na absorção de lipídios e b) as fibras solúveis são quase completamente fermentadas no cólon, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, os quais podem inibir a síntese hepática de colesterol e incrementar a depuração de LDL-c (Neves, 1997).

O custo de um longo tratamento com drogas que atuem na redução dos lípidos é muito alto, então, o efeito do uso de fibras alimentares é, de certa, forma prático. Parece ser necessário um consumo mínimo (dose diária de 3 g/dia de fibra solúvel) para diminuir os lípidos sanguíneos, entretanto, em algumas pessoas, o aumento de fibras na dieta ocasiona mudanças transitórias nos hábitos intestinais, mas, com doses moderadas, não há relatos de efeitos adversos (Leeds & Hussain, 1998).

✓ **Alguns possíveis mecanismos de fibras solúveis na ação hipolipidêmica**

Diversos mecanismos têm sido propostos para justificar a ação hipolipidêmica das fibras solúveis. Alguns desses mecanismos são: a) por afinidade, os ácidos biliares são aprisionados na malha de gel formada pelas fibras alimentares, possibilitando, assim, maior excreção dos mesmos nas fezes, e ou, em ação conjunta com a microbiota intestinal, formam ácidos biliares secundários de difícil absorção e que também seriam excretados pelas fezes; b) seguindo a eliminação de ácidos biliares, induzida pelas fibras, uma forma de retro-alimentação negativa faz com que o próprio fígado tenha que ressintetizar novos compostos biliares, aumentando, assim, a utilização do *pool* de colesterol endógeno ou exógeno (o qual retorna ao fígado pela via de reabsorção no intestino delgado - ciclo entero-hepático) o que, conseqüentemente, reduz os

níveis de colesterol. Esses mecanismos, separadamente, em conjunto ou sinergicamente a outros fatores, podem justificar a maior exigência do colesterol para síntese de novos ácidos, diminuindo, assim, o nível no organismo (Rupérez & Bravo, 2001).

1.1.2.2 Ingestão de fibras versus absorção de glicose

A manutenção da glicemia em indivíduos saudáveis é variável ao longo do dia, sendo dependente do estado alimentar de um indivíduo, assim como do tipo de alimento ingerido. Para exemplificar esse assunto, a faixa normal de jejum é mantida em cerca de menos que 100 mg/dL e, uma hora após uma refeição, ela deve ser menor ou igual a 140 mg/dL (Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes - SBD, 2007). Essas faixas são mantidas ou reguladas pelas funções dos hormônios pancreáticos insulina e glucagon (Fukagama et al., 1990). Porém, nas últimas décadas, em virtude da hipocinesia e de mudanças nos hábitos alimentares, tem se verificado o aumento de indivíduos com distúrbios em relação à manutenção e/ou ao controle da glicemia.

A fibra dietética, nos últimos anos, tem sido alvo de vários estudos científicos, como uma das formas de controle da glicemia. Habitualmente, dietas com elevada concentração de fibras e carboidratos com a sensibilidade aumentada (amido resistente) estimulam a tomada e a utilização de glicose pelo fígado e por tecidos periféricos, reduzindo a concentração de glicose sanguínea (Fukagama et al., 1990).

A utilização ou a administração de dietas ricas em fibras a pacientes com dificuldades de utilização e ou com intolerância a glicose tem crescido, pois foi demonstrado que ocorre melhora no controle da glicemia e, adicionalmente, diminuição das necessidades de insulina, embora os mecanismos intrínsecos pelos quais a fibra alimentar possui a capacidade de melhorar a homeostase da glicose sérica não estejam completamente esclarecidos (Weinstock & Levine,

1998).

O controle da glicemia após a administração de diferentes fontes dietéticas foi demonstrado em diversos ensaios clínicos. Dessa forma, embora os resultados não sejam coincidentes em todos os estudos, foi constatado que a administração de fibra solúvel, seja como um componente de uma dieta, enriquecida ou na forma de um suplemento, proporciona, em maior ou em menor grau, uma alternativa efetiva e benéfica para o controle dos níveis de glicemia em jejum e pós-prandial, tanto em pessoas saudáveis quanto em diabéticos tipo I (diabético insulino dependente – DM1), assim como nos tipo II (diabético não insulino dependente – DM2) (Riccardi & Rivellese, 1991; SBD, 2007).

✓ **Alguns possíveis mecanismos das fibras solúveis na ação hipoglicemiante**

Muito embora os mecanismos que justifiquem a ação hipoglicemiante das fibras solúveis não estejam completamente esclarecidos, diversos mecanismos estão sendo estudados. Dentre esses, citam-se:

a) as fibras solúveis, em virtude da viscosidade do alimento no intestino, podem retardar o esvaziamento gástrico, alternado e ou influenciando a difusão e a mistura dos conteúdos intestinais (Cherbut et al., 1994); b) as fibras solúveis também podem retardar a velocidade de absorção ao longo da parede intestinal, diminuindo, assim, o valor calórico dos alimentos, além de interferir no índice glicêmico. Essa interferência é a principal consequência do consumo de polissacarídeos de baixo índice glicêmico, mas com elevada capacidade higroscópica; esses são denominados: pectinas, β -glucanos e gomas (Ikegami et al., 1990).

Quando a fibra é co-administrada com a glicose ou como parte da refeição em indivíduos diabéticos ou saudáveis, o efeito hipoglicemiante das fibras hidrossolúveis, principalmente pectinas e gomas, provoca algumas

alterações, como atraso no esvaziamento gástrico e encurtamento do trânsito intestinal, ou seja, as fibras no estômago provocam o atraso na digestão, provocado pelo aprisionamento de parte dos carboidratos da dieta em uma malha hidrocolóide formada pelas fibras, dificultando a absorção dos açúcares e atingindo, assim, o ponto de saciedade mais rapidamente. No intestino, ocorre o inverso, ou seja, há um aumento da peristalse e, conseqüentemente, redução na absorção de glicose, em virtude de um trânsito mais rápido do bolo alimentar (Gallaher et al., 1992).

Existem evidências favoráveis a todos os mecanismos supracitados, contudo, a ação predominante das fibras dependerá de numerosos fatores, como o tipo, a fonte e a concentração de fibra usada, entre outros, os quais apresentam relação direta na influência do trânsito gastrintestinal (Porchet-Campos, 1998).

1.2 Resíduo do maracujá (casca), como fonte de fibra para o consumo humano

Em 2000, segundo dados do IBGE, o crescimento da cultura do maracujá (*Passiflora* sp.), em termos de produção agrícola, no Brasil, passou de 6.590 ha, em 1980, para 33.012 ha, em 1998 e para 35.000 ha, em 2000. Em 2002, o país ainda continuou sendo considerado o maior produtor de maracujá do mundo, com produção de 380.000 toneladas, sendo as regiões Norte e Nordeste responsáveis por 70% da produção nacional. A maior parte dessa produção é destinada à fabricação de suco, encaminhado ao mercado europeu (90% do suco produzido) e o restante é destinado ao consumo *in natura* (Iniciando..., 2003).

O maracujá refere-se à planta originária da América Tropical, pertencente à ordem *Passiflorales* e família *Passifloraceae*, constituída por 18 gêneros e 630 espécies. A maioria dessas espécies é considerada perene. O gênero *Passiflora* compreende trepadeira herbácea ou lenhosa, geralmente com gavinhas, raramente ervas eretas, espécie arbustiva ou pequenas árvores; caules cilíndricos ou quadrangulares muito ramificados, atingindo entre 5 a 10 metros. Existe

ampla variabilidade genética a ser conhecida e convenientemente manuseada (Meletti & Brückner, 2001; Meletti, 2000).

A cultura do maracujazeiro no Brasil tem grande importância, principalmente pela qualidade nutricional de suco (rico em vitamina A e C), apresentando aroma e sabores bastante característicos, agradáveis e muito bem aceito internacionalmente. O fruto do maracujá tem sido reportado também por suas propriedades farmacológicas, contendo substâncias como a maracujina, a passiflorine e a calmofilase, mais especificamente nas folhas, todas de amplo uso em especialidades farmacêuticas como sedativas e antiespasmódicas (Iniciando..., 2003).

Quando processado, o maracujá gera uma expressiva quantidade de resíduos que podem ser consumidos na alimentação humana. Os resíduos gerados pelo processamento do maracujá correspondem a 2/3 do fruto, sendo 90% de casca e 10% de sementes (iniciando..., 2003), os quais, são amplamente utilizados na nutrição animal, quando não descartados. Segundo Santos et al. (1995), a composição centesimal dos resíduos do maracujá (casca mais sementes) apresentou médias em torno de: matéria seca (MS), 21,97%; proteína bruta (PB), 14,30%; extrato etéreo (EE), 12,14%; fibra detergente neutro (FDN), 60,77% e fibra detergente ácido (FDA), 58,56%.

Sob a perspectiva de utilização de resíduos alimentícios, estudos têm sido conduzidos com o uso da casca de maracujá na produção de doces, podendo esse ser fonte alternativa de fibras alimentares de baixo custo para populações carentes (Carvalho, 1968; Lira Filho, 1995; Oliveira, 2005). Ainda com relação à utilização dos resíduos alimentícios do maracujá, ou seja, o consumo da casca do maracujá como farinha, existem várias outras possibilidades da incorporação da FCM em diversos outros produtos das indústrias alimentícias, como incorporação a outras farinhas, produtos de panificação, sucos, vitaminas e outros. A FCM é viável, principalmente, como fonte alternativa de fibras.

As diversas espécies de maracujá podem se diferenciar quanto ao peso do fruto, ao diâmetro, à coloração, à espessura de casca, ao sabor, ao volume de suco, à acidez, às quantidades de resíduos gerados na agroindústria (casca e semente) e aos teores de fibras. Estes, por sua vez, podem ser influenciados por épocas de plantio, fertilidade do solo, clima, etc., razão pela qual terão influência direta na escolha da espécie, principalmente para a obtenção de farinha da casca do maracujá. No Brasil, as principais espécies cultivadas são o maracujá-amarelo doce (*Passiflora alata*), o maracujá-amarelo azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e o maracujá-roxo azedo (*Passiflora edulis*). O teor médio de fibra alimentar extraído dessas espécies pode variar, ainda, de acordo com a quantidade e o tipo de amido presente nos frutos (Saunders, 1990; Santos et al., 1995).

1.3 Exercícios físicos no controle da lipidemia e glicemia

Segundo a *American Heart Association* - AHA (1990), Cleeman (1988) e Warnick & Wood (1995), exercícios regulares funcionam como estratégias eficientes para diminuir os níveis lipídios/lipoproteínas. Embora tenha sido observado que níveis baixos de exercícios (caminhar 3.200m em 30 minutos, quatro a cinco vezes por semana) diminuam a causa geral de mortalidade entre homens e mulheres, frequências, durações e intensidades mais elevadas de treino e exercício são necessárias para alterar lipídios/lipoproteínas (Pollock et al., 1990).

Alterações favoráveis nos níveis lipídios/lipoproteínas podem requerer corrida equivalente a 16.200m por semana ou superior a 1.000 kcal/semana de gasto calórico, envolvendo exercício de resistência por um período de 3 a 9 meses (Superko, 1985; Schieken, 1991).

Em uma série de estudos nos quais se comparam grupos com diferentes tipos de exercício físico (lenhadores x sedentários, corredores de fundo x

corredores não-atletas, sedentários x atletas), verificou-se que os níveis de HDL-c eram mais elevados nos grupos fisicamente mais ativos, apesar de apresentarem níveis semelhantes de colesterol (Lehtonen & Viikari, 1978).

Evidências sugerem a dose-resposta entre o volume de exercício e as mudanças no HDL-c, induzindo, assim, sugestões de que seja necessário atingir um limiar de intensidade de exercício, ou seja, uma quantidade de exercício semanal e um volume de treinamento ideal, para que haja mudanças em tais parâmetros (Kokkinos & Fernhall, 1999).

Quanto à influência que os exercícios físicos podem exercer sobre alterações que concorram para o aumento da resposta na fração HDL-c, diversos autores têm estudado as possibilidades de variação de procedimentos que possam possibilitar a dose-resposta. Dentre eles: aumento do volume de treinamento, duração das seções de treinamento (Chirstie et al., 1980) e alteração no tipo de treinamento e de exercício físico Schieken (1991).

A natação é uma modalidade de exercício bastante utilizada na área de estudo, pois provoca menor estresse emocional no animal quando comparada aos exercícios em esteira rolante (Kokubun, 1990). As propriedades físico-químicas do meio líquido oferecem, dentre inúmeras qualidades: melhorias nos sistemas cardiorrespiratório e osteoarticular, facilitação do retorno venoso, diminuição do risco de lesões ligamentares, regularidade no esforço físico, mantém elevada a estabilidade da homeostase e, conseqüentemente, menor risco do comprometimento experimental.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Heart and Stroke Facts, National Center, Dallas, 1990.

ANDERSON, J. W.; HANNA, T. J. Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 129, n. 7, p. 1475S-1466S, July 1999. Supplement.

ANDERSON, J. W.; JONES, A. M.; RIDDEL-MASON, S. Tem defferent Dietary Fibers have significantly diferente effect on serum na liver lipids of cholesterol-fed rats. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 124, n. 1, p. 78-73, Jan. 1994.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. Agriannual 2002. **Maracujá**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2001. p. 402-408.

BORGES, R. F. **Panela furada**: o incrível desperdício de alimentos no Brasil. 3. ed. São Paulo: Columbus, 1991. 124 p.

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. Composição Polissacarídica: estrutura da parede celular e fibra alimentar. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; MENEZES, F. W.; WITTIG de PENNA, F. **Fibra dietética in Iberoamérica**: tecnologia y salud. São Paulo: Sarvier, 2001. p. 27-38.

CARVALHO, A. M. Aproveitamento da casca do maracujá para a fabricação de doces. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 34, fev. 1968.

CHERBUT, C.; Des VARANNES, S. B.; SCIHNEE, M. S.; RIVAL, M.; GALMICHE, J. P.; DELORT-LAVAL, L. J. Involvement of small intestinal motility in blood glucose response to dietary fiber in man. **Bristih Journal of Nutrition**, New York, v. 71, n. 5, p. 675-685, May 1994.

CHRISTIE, R. J.; BLOORE, H.G.; LOGAN,R. L.; High – Density Lipoprotein (HDL) Cholesterol In Middle-Aged Joggers. **New Zealand Medical Journal**, Wellington, v. 91, n. 652, p. 39–40, 1980

CORRÊA, A. D. **Fibras na prevenção de doenças**. Lavras: UFLA/FAEPE; 2000.

DERIVI, S. C. N.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ação da pectina da fração fibra de leguminosas sobre as taxas de colesterol sérico, em coelhos. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 130-138, maio/ago. 1984.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES - SDB. **Tratamento e acompanhamento do diabetes melittus**. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/educacao/docs/Diretrizes_SBD_2007.pdf>. Acesso em: fev. 2008

DUBOIS, C.; ARMAND, M.; SENFT, M.; PORTUGAL, H.; PAULI, A. M.; BERNARD, P. M.; LAFONT, H.; LAIRON, D. Chronic oat bran intake alters postprandial lipemia and lipoproteins in healthy-adults. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 61, n. 2, p. 325-333, Feb. 1995.

DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, S. J. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 2000. 403 p.

FUKAGAMA, N. K.; ANDERSON, J. W.; HAGEMAN, G.; YOUNG, V. R.; MINAKER, K. L. High-carbohydrate high-fiber diets increase peripheral insulin sensitivity in healthy-young and old adults. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 52, n. 3, p. 524, Sept. 1990.

GALLAHER, D. D.; OLSON, J. M.; LARNTZ, K. Guar gum halts further renal enlargement in rats with established diabetes. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 12, p. 2391-2397, Dec. 1992.

IKEGAMI, S.; TSUCHIHASHI, F.; HARADA, H.; TSUCHIHASHI, N.; INNANE, S. Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic-biliary secretion and digestive organs in rats. **Journal Nutrition**, v. 120, n. 4, p. 353-360, Apr. 1990.

INICIANDO um pequeno grande negócio agroindústrias: polpa e suco de frutas. Brasília: SEBRAE/Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 123 p.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fat acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington, DC: National Academic, 2005

KOKKINOS P. F.; FERNHALL B. Physical Activity And High Density Lipoprotein Cholesterol Levels. **Spots Medicine**, Auckland, v. 28, n. 5, p. 307-314, Nov. 1999

KOKUBUN, E. **Interações entre o metabolismo de glicose e ácidos graxos livres em músculos esqueléticos.** 1990. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências Biomédicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica:** tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001.

LEEDS A. R.; HUSSAIN, K. A review of the effects of dietary fibre and their potential benefits for health. **International Journal Food Science Nutrition**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 5 –8, 1998.

LEHTONEN, A.; VIIKARI, J. The Effect Of Vigorous Physical Activity At Work On Serum Lipids With A Special Reference To Serum High –Density Lipoprotein Cholesterol. *Acta Physiologica Scandinavica*, Oxford, v. 104, n. 1, p. 117-121, 1978

LIRA FILHO, J. F. Utilização da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*, f. *Flavicarpa*, Degener) na produção de geléia, 1995. 131 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MELETTI, L. M. M. 'Maracujá-maçã'. In: DONADIO, L. C. **Novas variedades brasileiras de frutas.** Jaboticabal: SBF,2000. p. 154-155.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C. H.; PIKANÇO, M. C. **Maracujá:** tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385. 2001.

NESTLÉ NUTRITION SERVICES. **Tópicos em nutrição clínica:** fibras em nutrição enteral, questões contemporâneas. [S.l.], 2000. 27 p.

NEVES, N. M. S. **Nutrição e doença cardiovascular.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 109p.

NISHINA, P. M.; SCHNEEMAN, B. O.; FREEDLAND, R. A. Effects of dietary fibers on nonfasting plasma lipoprotein and apolipoprotein levels in rats. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 121, n. 4, p. 431 -437, Apr. 1991.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. RUBACK, V. R. Aproveitamento da casca do maracujá-amarelo (*passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce de calda. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259- 262, set./dez. 2002.

OLIVEIRA, L. F. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612002000300011>. Acesso em : nov. 2005.

POLLOCK, M. L.; GAESSES, G. A.; BUTCHER, J. D.; DESPRES, J. P.; DESHMAN, R. K.; FRANKLIN, B. A.; GARBER, B. E. Position Stand, The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. **Medicine Science in Sports Exercise**, Sidney, v. 22, n. 2, p. 265- 274, 1990.

POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra e nutrição. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3/4, p. 167-171, jul./dez. 1988.

CLEEMAN, J. I. Report of National Colesterol Education Program-NCEP: expert panel on detection evaluation, treatment of high blood cholesterol in adults. The expert panel. **Archives Internal Medicine**, Chicago, v. 148, n. 1, p. 36-69, Jan. 1988.

RICCARDI, G. E.; RIVELLESE, A. A. Effects of dietary fiber and carbohydrates on glucose and lipoprotein metabolism in diabetic patients. **Diabetes Care**, Washington, v. 14, n. 12, p. 1115-1125, Dec. 1991

RIPSIN, C. M.; KEENAN, D. R.; JACOBS, D. R.; ELMER, P. J.; WELCH, R. R.; Van HOLM et al. Oat products and lipid covering: a metaanalysis. **Journal America Medical Association**, Chicago, v. 267, n. 24, June 1992.

RUPÉREZ, P.; BRAVO, L. Oligofructanos e gomas. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; MENEZES, F. W.; WITTIG de PENNA, F. **Fibra dietética in Iberoamérica: tecnologia y salud.** São Paulo: Sarvier, p. 61-75. 2001.

SANTOS, M. A. S.; PAIVA, P. C.; TIESENHAUSEN, I.; PEREIRA, C. A.; GOMOES, A. I. O. **Valor nutritivo de silagens de residuo de maracuja (*Passiflora edulis*, Deuger), ou em mistura com casca de cafe (*Coffea arabica*, L.) Bagaco de cana (*Saccharum officinarum*, L.) e palha de feijao (*Phaseolus vulgaris*, L.).** 1995. 57 p. Tese de Mestrado – (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SAUNDERS, R. M. The properties of rice bran as a foodstuff. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 35, n. 7, p. 633-636, July 1990.

SCHIEKEN, R. M., Effect of exercise on lipids. **Annal of the New York Academy Science**, New York, v. 623, n. 269, Apr. 1991.

SUPERKO, H. R.; HASKED, W. L.; WOOD, P. D. Modification of plasma cholesterol through exercise: rationale and recommendations. **Postgraduate Medicine**, Minneapolis, v. 78, n. 5, p. 64, 1985.

STELLA, R. **Fibras na dieta**: um nutriente importante. Disponível em: <http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/001114_nut_fibras.htm>. Acesso em: nov. 2005a.

STELLA, R. B. **Fibras para o seu intestino**. Disponível em: <http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/010921_nut_fibra_intestino.htm>. Acesso em: nov. 2005b.

TIETYEN, J. L.; NEVINS, D. J.; SHOEMAKER, C. F.; SCHNEEMAN, B. O. Hypocholesterolemic potential of oat bran treated with an endo- β -glucanase from *Bacillus subtilis*. **Journal Food Science**, Chicago, v. 60, n. 3, p. 558 - 560, May/June 1995.

WARNICK, G. R.; WOOD, P. D. National cholesterol education program recommendations for measurement of high-density lipoprotein cholesterol: executive summary. *Clinical Chemistry*, Washington, v. 41, n. 10, p.1427-1433, Oct. 1995.

WEINSTOCK, R. S., LEVINE R, A. The role of dietary fiber in the management of diabetes mellitus. **Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 187-193, 1998.

ZARAGOZA, M. Z.; PÉREZ, M. R.; NAVARRO, Y. T. G. Propriedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica**: tecnología y salud. São Paulo: Sarvier: São Paulo, p.195-209. 2001.

CAPÍTULO 2

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE TRÊS ESPÉCIES DE
MARACUJÁ, EM TRÊS DIFERENTES ÉPOCAS, NA SAFRA DE 2005**

RESUMO

LIMA, Hessel Marani Características físicas e químicas de três espécies de maracujá, em três diferentes épocas, na safra de 2005. In: _____. **Farinha da casca do maracujá associado ao exercício físico no controle da lipídemia de ratas**. 2008. Cap. 2, p. 21 - 52. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar os frutos e o resíduo (casca) de três espécies de maracujá: a) maracujá-amarelo doce (MAD) (*Passiflora alata curtis*), b) maracujá-amarelo azedo (MAA) (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e c) maracujá-roxo azedo (MRA) (*Passiflora edulis sims*), provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005. Analisaram-se alguns aspectos físicos e químicos dos frutos, no intuito de produzir farinhas da casca do maracujá (FCM), estabelecendo, dentre as espécies estudadas, a mais indicada para a produção FCM. Após aleatorização dos frutos, realizaram-se algumas análises físicas (peso do fruto, diâmetros equatorial ($\varnothing E$), longitudinal ($\varnothing L$) e espessura do mesocarpo e ou “espessura da casca”, peso da semente, peso da polpa e peso da casca). Em seguida, obteve-se a FCM, na qual se realizaram análises físicas e químicas (umidade, proteína, extrato etéreo, fibras, cinzas, fibra detergente ácido (FDA) e fibra detergente neutro (FDN), hemicelulose, pectina e fibra alimentar (total, solúvel e insolúvel). Os principais resultados indicam que: a) em virtude do teor de fibras alimentares e do maior potencial (produtividade) de rendimento, em termos de farinha, a espécie maracujá-amarelo azedo (MAA) (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) foi qualificada como a mais indicada para a produção de FCM destinadas à alimentação humana; b) com base nos teores de fibras do fruto do maracujá, esse se apresentou como boa fonte fornecedora de matéria-prima (farinha da casca do maracujá), mostrando o potencial de seu uso na alimentação humana, desde que respeitadas as quantidades recomendadas de ingestão diária de fibras.

¹Comitê Orientador: prof.^a Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (Orientadora), prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

LIMA, Hessel Marani. Chemical and Physical Characteristics of three passion fruit species, in three harvesting periods in 2005 crop. **In: _____**. **Passion fruit fiber consumption associated to physical exercises for controlling lipidemy in female rat**. 2008. Cap. 2, p. 20 - 54. Thesis (Doctorate in Food Sciences) Federal University of Lavras, Lavras.¹

This work aims to analyze the fruit and residue of three passion fruit species yellow sweet passion fruit (maracujá amarelo doce – MAD) *passiflora alata curtis*, yellow sour passion fruit, (amarelo azedo – MAA), *passiflora edulis f. flavicarpa*, purple sour passion fruit (roxo azedo – MRA), *passiflora edulis sims*, from three different harvesting periods in the crop of 2005, some physical and chemical aspects of the product were analyzed, for passion flower peel flour production, “farinha da casca do maracujá”, (FCM), establishing among the species studied the most appropriate for FCM production. After randomization of fruit, some physical analysis were made (weight of the fruit, equatorial diameter ($\varnothing E$), longitudinal ($\varnothing L$) and thickness of the mesocarp and/or “peel thickness”, weight of the seed, weight of the seed, weight of the pulp, weight of the peel, and on the passion fruit peel flour obtained, it was analyzed: wetness, protein, ether extract, fibers, ashes, acid detergent fibers (FDA), neutral detergent fibers (FDN), hemicelluloses, pectin and feed fiber (total, soluble). The main result indicate that due to the amount of fibers and most potential (productivity) gain in terms of flour, the species yellow sour passion fruit, (amarelo azedo – MAA), was qualified as the most indicated to the production of FCM; destined to human feed; b) base don the amounts of fibers in the passion fruit, it was considered as a good source of raw material (passion fruit peel flour), showing its potential for use in human feed, once respected the amounts recommended for diary intake of fibers.

¹Guidance Commitee: prof.^a Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (Advisor), prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

O maracujá, gênero *Passiflora*, reúne cerca de 400 espécies diferentes do fruto, sendo a maioria originária do continente americano e cerca de 120 nativas do Brasil (Meletti & Brückner, 2001 e Bernacci et al., 2003). Em 95% dos pomares brasileiros, cultiva-se o maracujá-amarelo azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) (Sato et al., 1992; Meletti, 2000 e Junqueira, 2005).

As espécies maracujá-roxo doce (*Passiflora edulis*) e maracujá-amarelo doce (*Passiflora alata*) representam apenas uma pequena parcela da produção nacional. Essas espécies podem se diferenciar quanto ao peso, ao diâmetro, à coloração, à espessura de casca, ao volume de suco, às quantidades de resíduos gerados na agroindústria (casca e semente) e aos teores de fibras.

Após o processamento dos produtos do maracujá (suco e polpa), são gerados os resíduos, os quais correspondem a 2/3 da matéria-prima, sendo 90% de cascas e 10% sementes, os quais, comumente são utilizados na alimentação animal, porém, podem ser utilizados na alimentação humana, principalmente pelo conteúdo e a qualidade de suas fibras. Da casca, tem-se fabricado a farinha e, da semente, extraído o óleo. A semente também é muito utilizada para agregar atributos visuais a diversos pratos culinários, assim como para conferir crocância aos mesmos (Iniciando..., 2003).

A colheita do maracujá é, geralmente, efetuada quando as frutas se desprendem da planta, porém, este procedimento pode levar à desidratação da fruta e à contaminação por microrganismos, reduzindo seu período de conservação e comercialização, acarretando mudanças significativas nos frutos. Torna-se, então, viável o estudo da qualidade dos frutos colhidos ao longo da safra. O ponto ideal de colheita do maracujá pode influenciar a qualidade do fruto, assim como aroma e, principalmente, a vida útil da fruta (Sepúlveda et al., 1996; Vieira, 1997).

As fibras constituem grande parcela do material vegetal descartado pelas indústrias, denominado de “resíduos”. As fibras são classificadas em dois grupos: as solúveis e as insolúveis em água. As fibras solúveis abrangem as pectinas, as mucilagens, os beta-glucanos e algumas hemiceluloses; já as fibras insolúveis abrangem celulose, lignina e algumas hemiceluloses. Os efeitos fisiológicos das diferentes fibras variam desde a adequação da função gastrointestinal a alterações na absorção de nutrientes (glicose e colesterol), até melhorias na resposta imunológica (Van Way, 2000; Nestlé..., 2000).

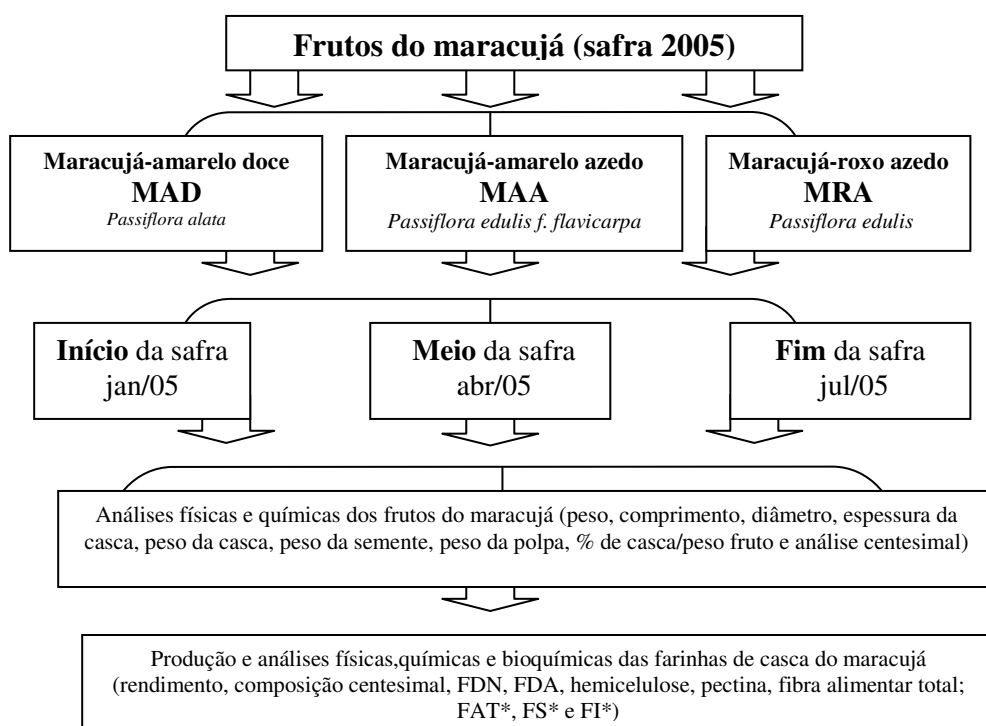
Um efeito bastante evidenciado do consumo de fibras solúveis pelo homem é o controle dos níveis elevados de colesterol sérico, mais especificamente a da fração *low density lipoprotein*, LDL - lipoproteína de baixa densidade. Isso porque foi verificada redução em torno de 5%-15% dessa fração, obtida com o consumo diário de goma guar, pectina, psílio e fibras de aveia denominadas de beta-glucano, com doses de 3-15g/dia. Esse efeito é mais acentuado em pessoas com níveis iniciais elevados da fração colesterol sérico (Ruberfroid, 1993; Anderson & Hanna, 1999).

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar alguns parâmetros físico-químicos do maracujá quanto à sua capacidade geradora de resíduos para a obtenção de farinha da casca do maracujá (FCM), proveniente de três espécies distintas, adquiridas em três diferentes épocas, na safra/2005, para utilização como fonte de fibra na alimentação humana.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Lavras, no Departamento de Ciência dos Alimentos, nos Laboratórios de Bioquímica Nutricional e de Produtos Vegetais.

O diagrama da condução experimental está ilustrado, de forma simplificada, na Figura 1.



*FAT: fibra alimentar total, FS: fibra solúvel, FI: fibra insolúvel.

FIGURA 1 Principais etapas experimentais.

2.1 Aquisição da matéria-prima e produção das farinhas de casca do maracujá

Foram selecionadas as amostras para análises dos frutos, da casca e das farinhas de casca do maracujá de três espécies: maracujá-amarelo azedo (MAA), *Passiflora edulis f. flavicarpa*, maracujá-amarelo doce (MAD), *Passiflora alata* e maracujá-roxo azedo (MRA), *Passiflora edulis*, provenientes de três épocas diferentes na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05. As amostras foram adquiridas no comércio local de Lavras, MG, sendo selecionados ao acaso.

A amostra constituiu-se de 20 frutos de cada tratamento, com aparente coloração e grau de maturação. Esses frutos foram sanitizados, antes das análises, na seguinte ordem: lavagem dos frutos (com água clorada -50ppm de cloro residual livre e 0,1% de detergente neutro), drenagem da água de lavagem, pesagem e cortes dos frutos. Em seguida, foram separadas as porções convencionalmente comestíveis e as porções dos resíduos (cascas e sementes).

Das cascas foram preparadas as farinhas, denominadas de farinhas da casca do maracujá (FCM), das três espécies estudadas. Para isso, seguiram-se os passos: colocação em bandejas de inox, secagem em estufa de circulação de ar forçada, a $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, até a obtenção de peso constante (aproximadamente 72 horas). O material pré-seco seguiu para a trituração em moinho de facas e foi passado por peneira de 30 *mesh* (1,8 mm), sendo, em seguida, embalado em potes a vácuo e, depois, submetido a análises físicas e químicas.

2.2 Análises físicas dos frutos e das farinhas de casca do maracujá

2.2.1. Análises físicas dos frutos

As análises físicas: peso do fruto (g), obtido individualmente, em balança analítica, diâmetros equatorial ($\varnothing E$), longitudinal ($\varnothing L$) e espessura do mesocarpo e ou “espessura da casca” dos frutos foram realizadas por leitura

direta em cada amostra, com paquímetro manual, com valores expressos em centímetros (cm), peso da semente (g), peso da polpa (g) e peso da casca (g) (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

2.2.2. Rendimento das farinhas das casca de maracujá

O rendimento das farinhas da casca de maracujá foi estabelecido por meio do rendimento de produção. Calculou-se o percentual de rendimento dentro de um lote para cada espécie de maracujá, na safra de 2005. Para tal, a matéria-prima foi pesada e correlacionou-se a perda de peso hídrico da matéria-prima inicial com o produto final.

2.3 Análises químicas e bioquímicas das farinhas de casca do maracujá

- A análise de umidade (%): foi determinada por método gravimétrico; proteína seguindo o método Kjeldahl (fator 6,25); extrato etéreo (gordura), determinado em aparelho extrator do tipo Soxhlet, fração fibra bruta (%) e cinzas (%), determinada por método gravimétrico. Todas as análises citadas foram determinadas segundo *Association of Official Analytical Chemists* (1995).

- Fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) (%): determinadas segundo Van Soest (1963), análise que se baseia na determinação das porções de celulose e lignina para a FDA e na determinação das porções de celulose, hemicelulose, lignina para a FDN; já a determinação da hemicelulose foi realizada por diferença entre FDN-FDA.

- Pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização da pectina: para a extração da pectina da casca do maracujá, empregou-se a metodologia de Bitter & Muir (1962) e, para a determinação, a metodologia de McCready & McComb (1952), a qual se baseia na formação de um produto de condensação, colorido, por reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazol.

- Fibra alimentar: para a determinação da fibra alimentar total (FAT), da fibra solúvel (FS) e da fibra insolúvel (FI) das FCM, utilizou-se o *kit-dietary fiber total*, da marca Sigma[®], seguindo-se as técnicas propostas pela AOAC (2000), que se baseiam nas análises enzimático-gravimétricas. O referido método é fundamentado na digestão enzimática seqüencial com α -amilase, protease e amiloglicosidase (anexos 1, 2 e 3), sendo os resultados expressos com base na análise de quatro repetições para cada FCM.

2.4 Análises estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo: 4 repetições constituídas de parcelas de 5 frutos, 3 tratamentos (três espécies de maracujá) e 3 blocos (três épocas diferentes na safra 2005). Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F, com as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a realização da análise estatística, foi utilizado o software SISVAR 4.0 (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros físicos dos frutos e das farinhas de casca do maracujá

3.1.1. Parâmetros físicos dos frutos

Na Tabela 1 verificam-se os valores médios dos parâmetros físicos dos frutos do maracujá, peso do fruto (g), diâmetros longitudinal (\varnothing L cm), diâmetro equatorial (\varnothing E cm), espessura da casca (cm), peso da casca (g), peso da semente, peso da polpa (g), peso da semente e associação casca/peso do fruto (%) das três espécies de maracujá-amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA), provenientes de três diferentes épocas, na safra 2005.

TABELA 1 Valores médios dos parâmetros físicos, de três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA), em três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05.

| Parâmetros | Espécies de maracujá | | |
|--|----------------------|---------------------|---------------------|
| | MAD | MAA | MRA |
| Peso do fruto ¹ (g) | 196,85 ^a | 173,46 ^b | 142,92 ^c |
| Diâmetro longitudinal ¹ (\varnothing L cm) | 10,85 ^a | 10,33 ^{ab} | 7,54 ^b |
| Diâmetro equatorial ¹ (\varnothing E cm) | 7,29 ^a | 7,29 ^a | 6,69 ^b |
| Espessura da casca ¹ mais albedo (cm) | 1,10 ^a | 0,66 ^c | 0,74 ^b |
| Peso da casca ² | 168,00 ^a | 112,52 ^b | 101,05 ^b |
| Peso da semente ² | 7,23 ^a | 8,15 ^a | 5,93 ^a |
| Peso da polpa e/ou Semente aderida à polpa + o suco ² (g) | 25,61 ^c | 60,93 ^a | 41,86 ^b |
| % de casca /por peso fruto | 88,18 ^a | 66,54 ^c | 72,75 ^b |

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas na horizontal não apresentam diferenças entre as variedades de maracujá, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹Média de 20 repetições, ²Média por grupo (4 repetições).

Conforme dados da Tabela 1, entre as três espécies de maracujá estudadas, foram detectadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para a maioria das variáveis analisadas.

Quanto ao peso do fruto, verificaram-se para, a espécie MAD, valores superiores ($p < 0,05$), quando comparada às outras duas espécies, sendo o peso do fruto da espécie MAA superior ao peso da espécie MRA. Embora o peso de fruto da espécie MAD tenha se destacado dentre os demais valores de peso do fruto, seu peso da polpa, 25,61g, foi inferior ao das demais espécies, bem diferentes ($p < 0,05$) da espécie MAA, que apresentou 60,93g de peso de polpa. Os valores médios do peso de frutos (Tabela 1) variaram de 142,92 a 196,85g, mostrando-se superiores aos 90g/fruto, encontrados por Varajão et al. (1973) e em relação aos valores encontrados pelos mesmos autores para porcentagem de casca/g de fruto, entre 60% e 80%, sendo similares os valores deste estudo.

Quanto aos valores de peso da semente do maracujá, pode-se verificar que não foram detectadas diferenças ($p > 0,05$) entre o peso das sementes, para as diversas espécies de maracujás. A espécie MAA, com média de 52,78 g de peso de suco, destacou-se dentre as demais.

Os parâmetros diâmetro longitudinal ($\varnothing L$ cm) e equatorial ($\varnothing E$ cm) dos frutos, entre as diversas espécies de maracujá estudadas, foram utilizados apenas como medida de confirmação das características fenotípicas de cada espécie estudada. Diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as espécies foram verificadas, tendo a espécie MRA se caracterizado por apresentar formato mais arredondado, comparada à forma oval da outras duas espécies, MAD e MAA. Essas características são similares às encontradas por De Marchi et al. (2000), em relação ao $\varnothing E$ de 7,03 cm e um pouco menores às encontradas pelos mesmos autores, em relação ao $\varnothing L$ de 8,76cm. Os dados do presente estudo também são similares aos de Manica et al. (2005), os quais encontraram, para espécie doce, valores de 6,8 a 12,7cm para o $\varnothing L$ e 4,7 a 8,79cm para $\varnothing E$. Já para a espécie de

maracujá azedo, os valores variaram de 5,1 a 9,1cm, para o ØL e 5,96 a 6,76cm, para o ØE, os quais situaram-se um pouco abaixo dos valores apresentados na Tabela 1.

Quanto à quantidade de resíduo produzido pelo processamento do maracujá é interessante observar que, fazendo-se uma relação entre os parâmetros peso da casca e peso do fruto, a média da espécie MAD foi estatisticamente superior às demais, apresentando valor de 88,18%. Já as espécies MAA e MRA foram estatisticamente inferiores, ficando suas médias em torno de 66,54% e 72,75%, respectivamente ($p < 0,05$). O peso da casca de MAD (168g) foi estatisticamente superior, quando comparado aos pesos médios das cascas das espécies MAA (112,52 g) e MRA (101,5g), sendo esses valores superiores aos encontrados no estudo de Pruthi, citado por Piza (1996), segundo os quais os pesos das cascas do maracujá variaram entre 61,9 e 49,6g, para as espécies azeda e roxa, respectivamente.

3.1.2 Parâmetros físicos das farinhas de casca de maracujá

3.1.2.1 Rendimento das farinhas de casca de maracujá

Os dados sobre rendimento (%) das farinhas da casca de maracujá (FCM), das três espécies de maracujá estudadas encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 Valores médios do rendimento (%), das farinhas da casca de maracujá de três espécies de maracujá: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA).

| FCM | Médias (%) |
|-----|--------------------|
| MAD | 7,32% ^b |
| MAA | 10,0% ^a |
| MRA | 5,3% ^c |

MAD: maracujá-amarelo doce, MAA: maracujá-azedo e MRA: maracujá-roxo azedo;

*Médias seguidas por letras idênticas, na vertical, não apresentam diferenças entre a porcentagem de rendimento das FCM, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).

De acordo com os valores da Tabela 2, observa-se que o rendimento médio das FCM esteve em torno de 7,54%. Porém, quando analisadas separadamente, observou-se que a farinha da espécie MAA apresentou maior rendimento (10%), comparada à das outras duas espécies (Tabela 2).

O resíduo da agroindústria do maracujá (casca) apresenta grande gama de aplicabilidade, em termos industriais, podendo ser consumido diretamente, puro, como farinha da casca do maracujá, na forma de produto dietético (em pó) ou, ainda, em outras diferentes formas. Dentre essas formas, estão: misturada a sucos, vitaminas, outras farinhas ou, ainda, incluída a produtos da indústria de panificação, acarretando redução do desperdício de substância com potencial de ação em termos de função fisiológica, bem como redução de custos. Um produto antes considerado resíduo e relacionado a diversos problemas passa, então, a constituir um novo produto, considerado apto ao consumo humano diário, viabilizando não somente a redução de desperdício de substância com potencial subexplorado, bem como a redução da contaminação ambiental.

Em virtude da escassez de trabalhos com resíduo maracujá (casca), em termos de rendimento na produção de farinha da casca do maracujá, correlacionou-se o rendimento encontrado por Pereira (2007). Embora esse autor tenha trabalhado com farinhas provenientes de casca de bananas, ele verificou rendimento médio de 13,39%, valor superior ao verificado, no presente trabalho, para FCM (7,54%).

A ilustração dos frutos das três diferentes espécies de maracujá estudadas e, respectivamente, as farinhas de suas cascas encontra-se na Figura 2.

Após a elaboração das farinhas dos maracujás das três espécies estudadas, a MAA mostrou-se mais clara, visualmente, comparada às demais MAD e MRA, as quais apresentaram colorações mais escurecidas, embora não tenha sido quantificada a intensidade da coloração entre as farinhas, com auxílio de instrumentos analíticos.

A coloração mais escurecida verificada na espécie MAD, provavelmente, é decorrente da maior concentração de sólidos e solúveis presentes em sua constituição e do aquecimento sofrido durante o processo de secagem, o que pode ter conduzido à caramelização dos açúcares presentes nessa espécie. Em relação à espécie MRA, escurecimento mais acentuado se deve, provavelmente, à própria pigmentação natural mais escurecida das cascas de seus próprios frutos, acarretando, conseqüentemente, em uma farinha mais escura (Figura 2).

Embora a coloração seja um padrão de referência, muitas vezes, subjetivo, é um parâmetro importante no ato da compra, pois, em termos de aceitabilidade, a coloração escura não é muito aprovada pelos consumidores. Já a coloração mais clara ou a amarelada, como ocorreu com a espécie MAA, tem maior aceitação. Uma provável maior aceitabilidade da espécie MAA decorre de sua cor mais clara, como ocorre com vários outros produtos alimentícios conhecidos (leite em pó, outras farinhas, etc.), de maior aceitação pelo consumidor devido à cor mais clara.

Colorações diferenciadas também foram verificadas nos trabalhos de Moraes Neto et al. (1998) e de Pereira (2007) que, embora tenham trabalhado com farinhas provenientes de casca de bananas verdes e maduras, encontraram coloração mais clara em bananas verdes, provavelmente também decorrente de menores concentrações de sólidos e solúveis verificadas em frutos verdes.

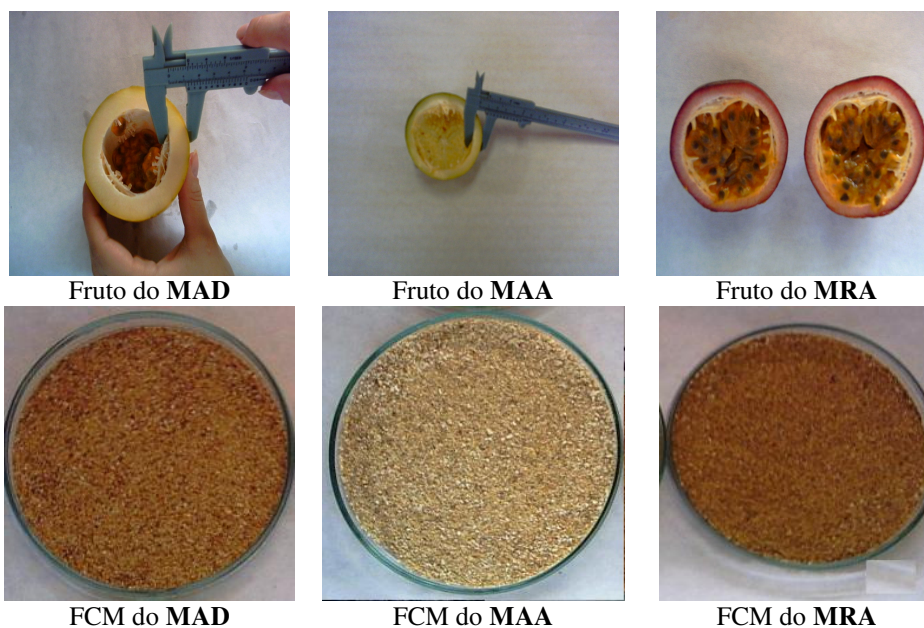


FIGURA 2 Ilustração das três diferentes espécies de maracujá estudadas, em corte transversal, maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), seguidas de suas respectivas FCM.

3.2 Parâmetros químicos e bioquímicos dos frutos e das farinhas de casca do maracujá

3.2.1 Fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e hemicelulose dos frutos do maracujá

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios da porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose das cascas de três espécies de maracujá: MAD, MAA e MAR, em três épocas diferentes, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05.

TABELA 3 Valores médios das fibras FDA, FDN e hemicelulose das cascas de três espécies de maracujá, maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes de três épocas diferentes, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05.

| Fibras | Espécies de maracujá | | |
|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | MAD | MAA | MRA |
| FDA (%) | 31,2 ^b | 37,71 ^a | 38,85 ^a |
| FDN (%) | 40,95 ^b | 62,01 ^a | 66,4 ^a |
| Hemicelulose (%) | 9,75 ^b | 24,3 ^a | 27,55 ^a |

Médias com letras minúsculas idênticas na horizontal não apresentam diferenças entre as espécies de maracujá, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$). Média de 12 repetições.

Para fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose das cascas do maracujá (Tabela 3), verificaram-se, entre as espécies, diferenças estatísticas ($p < 0,05$), tendo as espécies MAA e MRA apresentado médias superiores, quando comparadas à espécie MAD. As fibras FDA, FDN e hemicelulose são insolúveis e, quando consumidas, ao atingirem o trato digestório, aumentam o volume do bolo alimentar, exercendo maior pressão física na parede intestinal. Assim, pode atuar diretamente no peristaltismo, acarretando o aumento do trânsito intestinal e o aumento do volume fecal, podendo auxiliar na prevenção de doenças do intestino, como câncer e diverticulite (Mahan & Escott-Stump, 2005). A ausência de fibra na dieta está associada a diversas outras patologias, como diabetes, dislipidemias e obesidade, entre outros. Já o consumo excessivo de fibras pode provocar gases, diarréia e perdas de elementos nutritivos, como minerais e vitaminas (Mahan & Escott-Stump, 2005 e Corrêa, 2000).

As quantidades e ou a ingestão dietética de fibra/dia para o consumo humano baseiam-se na ingestão dietética de referência (*dietary reference intakes* ou DRI), as quais variam de acordo com os estágios de vida do indivíduo. Considera-se, por exemplo, para crianças de 1 a 3 anos de idade, uma ingestão adequada (AI) de 19 g/dia e, para adultos (homens) de 19 a 50 anos, maior AI, de 38 g/dia (*Institute of Medicine*, 2005). É necessário também lembrar que, para as quantidades ingeridas de fibras, deve haver distribuição harmoniosa entre fibras insolúveis e solúveis, de 75% de fibras insolúveis e 25% de fibras solúveis ou uma proporção de 3:1, respectivamente (Van Way, 2000 e Cupari, 2002). Com base nessas recomendações e nos valores de fibras (FDA, FDN e hemicelulose) encontrados no presente estudo (Tabela 3) para as diversas espécies de maracujá, torna-se, a princípio, viável o uso da farinha da casca do maracujá como fonte alternativa de fibras a ser administrada na alimentação humana.

3.2.2 Pectina das farinhas de casca do maracujá

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios da porcentagem de pectina (g/100g) das farinhas da casca de maracujá (FCM) de três espécies: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes de três épocas diferentes, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05.

TABELA 4 Valores médios da porcentagem de pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização da pectina das farinhas da casca de maracujá (FCM) de três espécies: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes de três épocas diferentes, na safra/2005: início da safra, jan /05); meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05

| Farinhas das cascas do maracujá | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Pectinas | Espécies de maracujá | | |
| | MAD | MAA | MRA |
| Pectina total (g/100g) | 10,81^c | 13,36^a | 12,27^b |
| Pectina solúvel (g/100g) | 5,80^b | 7,10^a | 5,30^c |
| Solubilização de pectina % | 54,12^a | 43,98^b | 54,49^a |

Médias com letras minúsculas idênticas na horizontal, não apresentam diferenças entre as espécies de maracujá, segundo o teste de Tukey ($p > 0,05$); Média de 12 repetições

De acordo com os valores da Tabela 4 para pectina total, solúvel e porcentagem de solubilização da pectina, foram detectadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre diferentes espécies de maracujá.

A denominação das diversas pectinas, muitas vezes, é simplificada apenas com o termo “pectina”, porém, os diferentes tipos de pectinas podem apresentar características físicas e reológicas bem distintas, que são determinadas por diversos fatores. Entre esses fatores estão: fonte de extração, forma de extração, concentração utilizada na extração e interferentes químicos (pH, temperatura, presença de íons, outros) (Ridley et al., 2001).

Para a associação entre pectina total e porcentagem de solubilização (Tabela 4), parâmetros os quais são diretamente vinculados ao grau de amadurecimento dos frutos, foram detectadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$).

As pectinas são derivadas de carboidratos extraídos de plantas, que apresentam relação direta com o grau de maturação do fruto, sendo esse determinado pela atividade de diversas enzimas. Dentre essas, cita-se a ação de uma, as protopectinases, que convertem protopectina em pectina coloidal e em ácidos pectínicos solúveis. As ações enzimáticas são cruciais na textura dos frutos, pois essas interconversões fazem com que, por exemplo, a protopectina, que é uma substância da polpa dos frutos imaturos, seja convertida em substâncias mais solúveis, com número de metoxilas esterificadas e grau de neutralização variável, mas com maior poder de formação de gel (Voragen et al., 1995).

Para a pectina total (Tabela 4), foram detectadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$). A espécie MAA apresentou a maior média, 13,36%, seguida da MRA, 12,27% e MAD, 10,81%. Os dados do presente trabalho, em relação à pectina total, variaram de 10,81% (MAD) a 13,36% (MAA). Fishman et al. (2000) e Fishman et al. (2003), embora trabalhando com pectina extraída do albedo seco de laranja, encontraram 15,3% a 16,9% de pectina, respectivamente. Já Kratchanova et al. (2004), em um trabalho semelhante ao desses autores, com o fruto seco da laranja, encontraram valores entre 14% a 18% de pectina os quais são inferiores aos 2,2% de pectina do albedo de laranja, encontrados Liu et al. (2006).

Os valores de pectina solúvel (Tabela 4) apresentaram diferenças ($p < 0,05$) entre as espécies de maracujá usadas na obtenção da FCM. Entre as espécies, a MAA apresentou o maior teor de pectina solúvel, 7,10%, seguida de MAD e MRA, com médias de 5,80% e 5,30%, respectivamente.

As pectinas solúveis são substâncias formadoras de géis (hidrocolóides), polímeros que, quando dispersos em meio aquoso, assumem conformação de viscosidade ao meio. Logo, pode-se definir o gel como uma preparação semi-sólida composta de partículas coloidais que não se sedimentam (ficam dispersas). Essa propriedade formadora de gel é assumida pelo comportamento reológico da malha de gel hidrofílica formada pela ingestão de pectina (substância rica em cadeia de ácidos poligalacturônicos) (Matthew et al., 1990).

A capacidade hidrocolóide da pectina, uma vez presente na dieta, é uma das prováveis características que, em parte, explicam sua provável interferência na absorção de nutrientes, em que, algumas vezes, pode atuar de forma positiva (arraste de lipídios e açúcares, impedindo ou reduzindo a absorção de alguns nutrientes).

De acordo com as características de cada polímero, os géis podem apresentar natureza iônica ou não-iônica. Os géis de natureza não-iônica possuem estabilidade em ampla faixa de pH; já os de caráter aniônico são pH dependentes, ou seja, são estáveis em pH neutro ou próximo do neutro (Matthew et al., 1990). Essa propriedade catiônica, por sua vez, é um segundo fator que pode ter influência negativa em relação à absorção de nutrientes, pois, muitas das vitaminas e sais minerais são substâncias que apresentam polaridade, podendo ser arrastados, provocando um desequilíbrio nutricional.

3.2.3 Composição centesimal das farinhas de casca do maracujá

Na Tabela 5, são apresentados os valores médios da composição centesimal, com base na matéria seca das cascas de três espécies de maracujá: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), proveniente de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05.

TABELA 5 Valores médios da composição centesimal, com base na matéria seca das cascas de três variedades de maracujá: maracujá-amarelo doce (MAD), maracujá-amarelo azedo (MAA) e maracujá-roxo azedo (MRA), provenientes três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra, jan/05; meio da safra, abr/05 e fim da safra, jul/05

| Análises | Casca das espécies de maracujá | | |
|--------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| | MAD | MAA | MRA |
| Umidade (%) | 89,73 ^a | 86,72 ^c | 88,14 ^b |
| Extrato etéreo (%) | 1,43 ^b | 2,01 ^a | 2,04 ^a |
| Proteína bruta (%) | 7,82 ^b | 10,64 ^a | 10,62 ^a |
| Fibra bruta (%) | 26,29 ^b | 31,06 ^a | 31,21 ^a |
| Cinzas (%) | 10,26 ^c | 13,27 ^a | 11,86 ^b |
| ENN (%) | 54,20 ^a | 43,02 ^c | 44,27 ^b |

ENN: extrato não nitrogenado;

Médias com letras minúsculas idênticas na horizontal não apresentam diferenças entre as espécies de maracujá, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para os valores de umidade (Tabela 5), pode-se verificar que a espécie MAD apresentou média estatística significativamente superior ($p < 0,05$) às demais, MAA e MRA. Os valores de umidade encontrados no presente são próximos ao relatado por Gondim et al. (2005), média de 87,64%. Para os valores de matéria seca, esses foram inversamente proporcionais aos teores de umidade encontrados em cada espécie.

Para o teor de extrato etéreo (Tabela 5), a espécie MAD apresentou média estatisticamente inferior às demais, MAA e MRA, não tendo sido detectada diferença estatística entre essas duas espécies. Os valores encontrados

para o teor de extrato etéreo, no presente trabalho, foram-se superiores aos relatados por Oliveira et al. (2002), que foram em torno de 0,70% e, quando comparados aos dados do estudo de Martins et al. (1985), foram ainda maiores, pois estes autores encontraram valores em torno 0,51%. Essa diferença pode ser devido a fatores como o local de plantio e as condições genéticas da planta (Garcia & Farinas, 1975).

Para os valores de teor protéico (Tabela 5), houve diferenças estatísticas entre as espécies de maracujá, tendo as espécies MAA e MRA médias superiores quando comparadas à espécie MAD. Os valores encontrados no presente trabalho foram bem superiores aos relatados no estudo de Martins et al. (1985), que foram em torno de 2,28% para o teor de proteína. Esses valores são inferiores até mesmo quando comparados somente ao da espécie MAD que, no presente estudo, apresentou a menor porcentagem protéica, 7,22%. Em decorrência dos teores protéicos verificados no presente trabalho, recomendam-se mais estudos no intuito de se avaliar a digestibilidade dessa proteína.

Para os valores de fibra bruta (Tabela 5), as espécies MAA e MRA apresentaram teores superiores estatisticamente ($p < 0,05$), quando comparadas à espécie MAD. Já em relação a cinzas, a espécie MAA mostrou média superior à espécie MRA que, por sua vez, mostrou média superior à das espécies MAD, com a menor média em relação às espécies estudadas. Os valores encontrados no presente trabalho são bem superiores aos encontrados por Martins et al. (1985), os quais encontraram valores em torno de 4,25% e 1,61%, para fibras e cinzas, respectivamente. Isso, talvez, possa ser explicado por fatores como local de plantio e condições genéticas da planta (Garcia & Farinas, 1975; Vieira, 1997).

3.2.4 Fibra alimentar (total, solúvel e insolúvel)

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios da composição de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI) das cascas três espécies de maracujá: maracujá-amarelo doce, maracujá-amarelo azedo e maracujá-roxo azedo.

TABELA 6 Valores médios de porcentagem de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI) de três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA).

| Fibra alimentar (%) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|---|---------------|---|-----------------|---------------------|
| Espécies de maracujá | Fibra alimentar total | | Fibra solúvel | | Fibra insolúvel | Médias das espécies |
| MAD | 45,64 | c | 5,67 | b | 39,97 | c |
| MAA | 56,16 | b | 8,04 | a | 48,06 | b |
| MRA | 58,11 | a | 8,41 | a | 49,69 | a |
| Média dos tipos de fibras | 53,30 | | 7,37 | | 45,91 | |

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, na vertical, não apresentam diferenças entre as espécies de maracujá, para cada fibra específica, segundo o teste de Tukey ($p>0,05$);
***Média de 12 repetições e coeficiente de variação (CV) = 1,55

Pelos valores de fibras alimentares expostos na Tabela 6, verifica-se que, para fibra alimentar total (FAT), a espécie MRA (58,11%) apresentou média superior, quando comparada às espécies MAA (56,16%) e MAD (45,64%). Para o conteúdo de fibra solúvel (FS), as espécies MRA (8,41%) e MAA (8,04%) apresentaram-se como melhores fornecedoras dessa porção, comparadas ao conteúdo fornecido pela espécie MAD (5,67). E, em termos de fibra insolúvel (FI), a espécie MRA apresentou, mais uma vez, média (49,69%) estatisticamente superior à das demais, seguida, respectivamente, pelas espécies MAA (48,06%)

e MAD (39,97%). De forma generalizada, a espécie mais indicada para o fornecimento de fibras alimentares seria a espécie MRA.

Analisou-se a quantidade de cascas (resíduos, Tabela 1) produzida pelas diferentes espécies de maracujá e traçou-se um paralelo geral entre esse parâmetro e as possibilidades de produção de uma FCM que possibilite maior produção e maior conteúdo de fibras alimentares. Dessa forma, foi possível verificar que, embora a espécie MRA, pela análise específica de fibra alimentar, tenha apresentado melhores médias de rendimento, a espécie MAA teve média estatisticamente igual ou muito próxima à da espécie MRA. Mas, em virtude de a espécie MAA apresentar um maior potencial quantitativo de produção da farinha (Tabela 2), qualifica-se a espécie MAA como a mais indicada para a produção de FCM.

As fibras podem apresentar diferentes funções fisiológicas no organismo humano. Dentre essas funções estão o aumento da peristalse, a prevenção de carcinomas, de doenças cardiovasculares (DCV) e de dislipidemias, entre outras. Porém, órgãos regulamentadores estipulam quantidades ideais do consumo dessas substâncias, como o *Food and Drug Administratio* (FDA), que recomenda ingestão entre 70% e 75% de fibras insolúveis e de 25% a 30% de fibras solúveis, ou seja, uma proporção entre 70-75:25-30 (Marques, 2001 e Guerra et al., 2004). As FCM, de forma geral, apresentaram proporções, aproximadamente, em torno de 8:1,5, ao passo que concentrações maiores aplicam-se a patologias como constipação intestinal (Mahan & Escott-Stump, 2005)

Uma vez que as metodologias empregadas na quantificação e ou na determinação da porção fibra de um mesmo alimento podem apresentar variabilidade, torna-se fundamental a discussão sobre as metodologias. Isso porque, segundo Mahan & Escott-Stump (2005), o conteúdo de fibra alimentar tem sido quantificado, em sua maioria, em termos de fibra bruta (alvo de estudo

deste trabalho, a qual é determinada por digestão em soluções alcali e ácidas). Porém, considerando-se o metabolismo humano, essas substâncias são digeridas de forma enzimática (processo menos rigoroso quando comparado à fibra bruta), o que pode proporcionar quantidade de fibra quantitativamente maior no trato digestório. Outros métodos, como fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) (também alvo de estudo do presente), não determinam algumas porções específicas da fração fibra, o que tem conduzido ao uso de metodologias como o método gravimétrico-enzimático, de modo a determinar mais especificamente e separadamente os componentes dessas substâncias (Lajolo & Menezes, 2006).

Considerando o teor de fibra alimentar encontrado nas FCM (Tabela 6) e fazendo-se um paralelo com as fontes consideráveis de fibras, geralmente encontradas nos alimentos sul-americanos, tais como laranja (2,95%), maçã “gala” (2,00%) e brócolis (2,17%) (Lajolo & Menezes, 2006), pode-se, então, afirmar que as FCM são excelentes fontes de fibras a serem indicadas para dietas humanas.

Os valores médios de fibras alimentares encontrados no presente trabalho são próximos aos de Nelly (2003) que, trabalhando com análises enzimático-gravimétricas de diversas frutas chilenas (% de peso seco), encontrou valores um pouco abaixo aos do presente trabalho em relação à FAT, porém, superiores para a FS e FI, embora não tenha trabalhado diretamente com a casca do maracujá. Mas, pesquisando mamão-papaia, pêra e laranja, o mesmo autor verificou, respectivamente, para FAT 38,8%, 20,6% e 18,1%. Desse total, 33,9%, 27,1% e 46,9%, respectivamente, representavam a porção fibra solúvel e 66,1%, 72,9% e 53,1, a fibra insolúvel

Pacheco-Delahaye et al. (2004), trabalhando com farinha de bananas verdes, encontraram 8,76% de fibra alimentar total, sendo 2,45% de fibras solúveis e 6,31% de fibras insolúveis. Essas concentrações são inferiores aos

valores médios das FCM encontrados no presente trabalho, de 7,37% e 45,91%, para FS e FI respectivamente.

4 CONCLUSÕES

Em virtude do teor de fibras alimentares e do maior potencial (produtividade) de rendimento, em termos de farinha, a espécie maracujá-amarelo azedo (MAA) foi qualificada como a mais indicada para a produção de FCM destinada à alimentação humana.

Com base nos teores de fibras do fruto do maracujá, esse se apresentou como boa fonte fornecedora de matéria-prima (farinha da casca do maracujá), mostrando o potencial de seu uso na alimentação humana, desde que respeitadas as quantidades recomendadas de ingestão diária de fibras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J. W.; HANNA, T. J. Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 129, n. 7, p. 1475S-1466S, July 1999. Supplement.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 17th ed. Virginia, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 16th ed. Washington, 1995. p. 1141.

BERNACCI, L. C.; VITTA, F.A.; BAKKER, Y. V. Passifloraceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPPERD, G. J.; MELHEM, T. S.; GIULIETTI, A. M.; KIRIZAWA, A. (Ed.). **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**, São Paulo: RiMa/FAPESP, 2003. v. 3, p. 247-274.

BITTER, V.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction: **Anal. Biochemistry**. , Ney York, 4: 330-334, 1962.

CORRÊA, A. D. **Fibras na prevenção de doenças**. Lavras: UFLA/FAEPE: 2000.

CUPARI, L. **Guia de Nutrição: nutrição clinica no adulto**. 2. ed. Barueri: Manole, 2005. 474 p.

DE MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO E. A.; SILVA C. A. R. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 381-387, set./dez. 2000.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45.; 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FISHMAN, M. L.; CHAU, H. K.; HOAGLAND, P.; AYYAD, K. Characterization of pectin, flash-extracted from orange albedo by microwave heating, under pressure, **Carbohydrate Research**, v. 323, n. 1/4, p. 126–138, Jan. 2000.

FISHMAN, M. L.; WALKER, P. N.; CHAU, H. K.; HOTCHKI, A. T. Flash extraction of pectin from orange albedo by steam injection, **Biomacromolecules**, Washington, v. 4, n. 3, p. 880–889, July/Aug. 2003.

GARCIA, O. H.; FARINAS, M. M. **La parchita maracuya (*Passiflora edulis f. Flavicarpa Degener*)**. Maracay: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1975. 82 p.

GONDIM, J. A. M. ; M.; MOURA M. F. V.; DANTAS A. S.; MEDEIROS R. L. S.; SANTOS, K. M. Centesimal composition and minerals in peels of fruits **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005

GUERRA, N. B.; DAVID, P. R. B. S.; MELO, D. D.; VASCONCELOS, A. B. B.; GUERRA, R. M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel de frutos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 45-52, 2004

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v.1, 335 p.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fat acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington, DC: National Academic, 2005

KRATCHANOVA, M.; PAVLOVA, A.; PANCHEV, I. The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 56, n. 2, p. 181–185, June 2004.

LAJOLO, F. M.; MENESES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanis**. São Paulo: USP, 2006. 648 p.

LIU, Y.; SHI, J.; LANGRISH, T. A. G. Water-t extraction of pectin from flavedo and albedo of orange peels. **Chemical Engineering Journal**, Lausanne, v. 120, n. 3, p. 203–209, July 2006.

- MAHAN, L. K.; SCOTT-STUMP, S. M. A. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 10. ed. São Paulo: Roca, 2002. 1157 p.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.
- MANICA, I.; BRANCHER. A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, I. M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S. JUNQUEIRA, H. T. V. **Maracujá-doce:** tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005.
- MARTINS, C. B.; GUIMARÃES, A. C. L.; PONTES, M. A. N. **Estudo tecnológico e caracterização física, físico-química e química do maracujá (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) e seus subprodutos**, Fortaleza: Centro de Ciência Agrárias, 1985. n. 4, 23 p.
- McCREADY, P. M.; McCOMB. E. A. Extration and determination of total pectin materials **Analytical Chemistry**, Wasington, v. 24, n.12, p. 1586-8, 1952.
- MORAES NETO, J. M. de; CIRNE, L. E. da M. R.; PEDROZA, J. P.; DA SILVA, M. G. Componentes químicos da farinha de banana (*musa sp.*) obtida por meio de sacagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia de Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p.316-318, set./dez. 1998
- MARQUES, L. R. **Fibra terapêutica**. 2. ed. São Paulo: BJK Química, 2001.
- MATTHEW, J. A.; HOWSON, S. J.; KEENAN, M. H. J.; BELTON, P. S. Gelation of sugar beet and citrus pectins using enzymes extracted from orange peel. **Carbohydrate Polimers**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 387-397, 1990.
- MELETTI, L. M. M. 'Maracujá-maçã'. In: DONADIO, L. C. **Novas variedades brasileiras de frutas**. Jaboticabal: SBF, 2000. p. 154-155.
- MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoria Genética. In: BRÜCKNER, C. H.; PIKANÇO, M. C. **Maracujá:** tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.
- NELLY. P. D. Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 4, p. 413-417, dic. 2003

NESTLÉ NUTRITION SERVICES. **Tópicos em nutrição clínica:** fibras em nutrição enteral, questões contemporâneas. [S.l.], 2000. 27 p.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. RUBACK, V. R. Aproveitamento da casca do maracujá-amarelo (*passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce de calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259- 262, set./dez. 2002.

PACHECO-DELAHAYE, E.; PÉREZ, R.; SCHENELL, M. Evaluación nutricional y sensorial de polvos para bebidas a base de papaya., plátano verde y salvado de arroz. Índice glucémico. **Inteciência**, Caracas, v. 29, n. 1, p. 46-51, jan. 2004.

PEREIRA, M. C. **A Efeito das farinhas de polpa de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos.** 2007. 132 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIZA JUNIOR, R. C. T. **Cultura do maracujá:** uma revisão bibliográfica. Campinas: Secretaria da Agricultura, 1966. 102 p. (Boletim Técnico, 5).

RIDLEY, B. L.; O' NEILL, A.; MOHNEN, D. Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling. **Phytochemistry**, Oxford, v. 57, n. 6, p. 929-967, July 2001.

RUBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofrutose: a review comparing their physiological effects. **Critical Review of Food Science Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 6, p. 1303-1348, Nov./Dec. 1993.

SATO, G. S.; CHABARIBERY, D.; BESSA, A. A. Panorama da produção e de mercado do maracujá. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 1-94, jun. 1992.

INICIANDO um pequeno grande negócio agroindústrias: polpa e suco de frutas. Brasília: SEBRAE/Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 123 p.

SEPÚLVEDA, E.; SAÉNZ, C.; NAVARRETE, A.; RUSTOM, A. Parámetros de color del jugo de granadilla (*Passiflora edulis* Sims): influencia de la época de cosecha de la fruta. **Food Science and Technology International**, New York, v. 4, n. 1, p. 29-33, feb. 1996.

VAN WAY, C. W. **Segredos em nutrição**. Porto Alegre: ArtMed, 2000. 296 p.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Chemistry**, Gaithersburg, v. 46, n. 5, p. 829-35, 1963.

VARAJÃO, A. J. C.; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D. A. Variações no fruto do maracujazeiro amarelo(*passiflora edulis* f. *flavicarpa*, DEZ) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., 1973, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: SBF, 1973. p. 441-447.

VIEIRA, G. **Fisiologia pós-colheita do amadurecimento do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)**. 1997. 88 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

VORAGEN, A. G. J.; PILNIK, W.; THIBAUT, J. F. Pectins In: STEPHEN, A. M. (Ed.). **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 287-339.

CAPÍTULO 3

EFEITOS DA FARINHA DA CASCA DO MARACUJÁ E DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NA LIPIDEMIA DE RATAS

RESUMO

LIMA, Hessel Marani. Efeitos da farinha da casca do maracujá e de exercícios físicos na lipídemia de ratas. In: _____. **Farinha da casca do maracujá associada ao exercício físico no controle da lipídemia de ratas**. 2008. Cap. 3, p. 53 - 93. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de três dietas específicas: 1) isenta da porção fibra alimentar, 2) à base de celulose e 3) à base de farinha da casca do maracujá (FCM), proveniente da espécie maracujá-amarelo azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). As dietas foram associadas ou não a um programa de 60 dias de exercícios físicos (natação), na busca da redução da dislipídemia de ratas Fisher, alimentadas com dietas hipercolesterolêmicas. Foram analisados os parâmetros: desenvolvimento ponderal; séricos e sorológicos (CT, HDL-c, LDL-c, VLDL-c, TAG, glicose), teciduais hepáticos (CT, TAG e lipídios totais,) e físicos (peso hepático e excreção fecal). Os principais resultados indicaram que: a) o consumo da farinha da casca do maracujá (FCM) apresentou melhor relação HDL/(LDL-c + VLDL-c) em animais que consumiram dietas hipercolesterolêmicas, sendo também responsável por níveis mais elevados de HDL-c naqueles que consumiram FCM, tendo se mostrado também eficiente em aumentar o volume fecal de animais que consumiram FCM; b) o exercício físico foi efetivo na elevação de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e na manutenção de um menor peso hepático e c) parâmetros como CT (sorológico e hepático), LDL-c e glicose sérica não foram influenciados pelo consumo de farinha da casca do maracujá ou da prática de exercícios físicos.

¹Comitê Orientador: Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (Orientadora), Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

LIMA, Hessel Marani. Effects of the passion fruit peel flour and physical exercises in female rats' lipidemy. In: _____. **Passion fruit fiber consumption associated to physical exercises for controlling lipidemy and glicemy in female rat.** 2008. Cap. 3, p. 53- 93. Thesis (Doctorate in Food Sciences) Federal University of Lavras, Lavras¹

This work aims to evaluate three specific diets: 1) free from feed fiber portion, 2) base don cellulose and 3) base don passion fruit flour “de farinha da casca do maracujá” (FCM), from the species yellow sour passion fruit, (amarelo azedo – MAA), *Passiflora edulis f. flavicarpa*, the diets were associated or not to a 60 days physical exercises program (swimming), in search of the dislipidemy reduction in female *Fisher* rats, fed on hipercolesterolemic diets. Some parameters were analyzed: the ponderal development, seric and serologic ones (CT, HDL-c, LDL-c, VLDL-c, TAG, glucose); hepatic tissues (CT, TAG and total lipidium); physical (hepatic weight and fecal excretion). The main results indicate that: a) The consumption of passion fruit flour “de farinha da casca do maracujá” (FCM), presented a better relation HDL/(LDL-c + VLDL-c), in animals which had the intake of hipercolesterolemic diets, being also responsible for the higher levels of HDL-c in animals which had the intake FCM, it also has shown efficient for increasing the fecal volume in animals which consumed FCM; b) The physical exercises was effective in rising the high level lipoprotein (HDL-c) and in the maintenance of a lower hepatic weight; c) Parameters such CT (serologic and hepatic), LDL-c and seric glucose were not influenced by the consumption of passion fruit peel flour or by the practice of physical exercises.

¹Guidance Committee: prof.^a Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (Advisor), prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA (Co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

Distúrbios da alteração dislipidêmica e glicemia no ser humano são comuns no mundo moderno. Geralmente, esses distúrbios são enquadrados como doenças multifatoriais. As dislipidemias e o diabetes, entre outras, denominadas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), podem surgir por anormalidades intrínsecas (fatores genéticos) ou por alterações extrínsecas, padrões alimentares distorcidos, que podem resultar em diversos distúrbios, dentre outros dos níveis lipídêmicos e glicêmicos (Gross et al., 2002; Plutzky et al., 2002).

As estatísticas de prevalência das dislipidemias e do diabetes são alarmantes, assim como os custos que geram para a saúde pública. Essas são fortes razões para a implantação de programas de intervenção que busquem reduzir o problema, a exemplo do hábito do consumo de fibras alimentares, bem como o estímulo da prática de exercícios físicos.

A casca do maracujá, pela riqueza da fração fibra, pode ser explorada, sendo transformada em farinha da casca do maracujá. Ao ser consumida diariamente pelo homem e associada ou não à prática de exercício físico, ela pode auxiliar no controle dos níveis lipídêmicos e glicêmicos (Gross et al., 2002; Lecker et al., 2004; Plutzky et al., 2002).

Considerando a relevância do estudo em modelo animal, bem como a escassez de trabalhos com o resíduo do maracujá, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da farinha da casca do maracujá, associada ou não ao exercício físico sobre a lipídemia e a glicemia, na dieta de ratas hipercolesterolêmicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Lavras, nos Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) e de Medicina Veterinária (DMV).

As etapas da condução experimental estão ilustradas de forma simplificada na Figura 1.

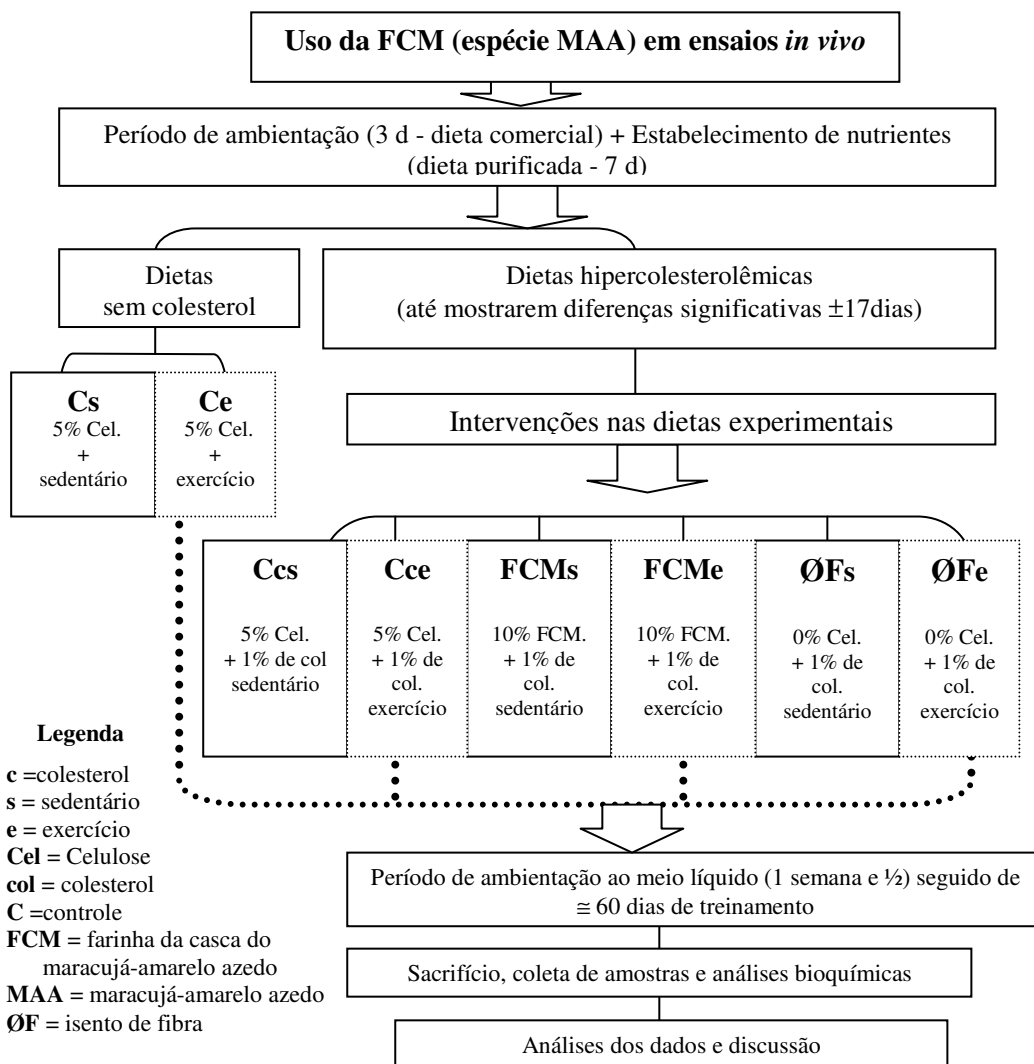


FIGURA 1: Principais etapas do experimento

2.1 Experimento de referência

Paralelamente ao experimento principal, foi realizado um “experimento de referência”, que visou a monitorização dos níveis hipercolesterolêmicos, bem como a determinação do ponto ideal para o sacrifício dos animais.

O experimento de referência constou de 24 ratas *Fischer*, todas na mesma faixa etária (± 90 dias de vida) e peso (130 a 150g) das ratas do experimento principal. Oito dessas ratas foram sacrificadas inicialmente (T0 - zero dias) e as outras 16 foram mantidas nas mesmas condições do experimento principal, divididas em duas gaiolas coletivas contendo 8 ratas cada uma. A dieta consumida por esses animais apresentou a mesma constituição do tratamento número 3 (controle colesterol sedentário - Ccs), ou seja, dietas contendo 5% de celulose mais 0,75% de colesterol e 0,25% de ácido cólico, permanecendo as duas gaiolas em estado de sedentarismo durante todo o experimento de referência.

Esses animais foram usados como monitorização do nível hipercolesterolêmico, tendo sido sacrificados nos intervalos de T30 - trinta dias e T50 - cinquenta dias, após o início do experimento de referência. Isso evitou o sacrifício dos animais do experimento principal, antes que esses se encontrassem em estado real de hipercolesterolemia.

2.2 Elaboração da farinha da casca do maracujá (FCM)

De posse dos resultados dos obtidos no capítulo 2 deste trabalho, que indicaram a espécie de maracujá-amarelo azedo (MAA), *Passiflora edulis f. flavicarpa*, como a mais indicada para a produção de farinha da casca do maracujá (FCM), com base em seus atributos, concentrações de fibras alimentares e rendimento em termos de farinha, adquiriu-se, no comércio local de Lavras, MG, frutos da referida espécie, conduzindo-os para a produção de FCM.

Os frutos utilizados eram sadios, de boa aparência e coloração aparente amarela, os quais foram preparados na seguinte ordem: lavagem dos frutos (com água clorada - 50ppm de cloro residual livre e 0,1% de detergente neutro), drenagem da água de lavagem e cortes dos frutos. Em seguida, foram separadas as porções convencionalmente comestíveis e as porções dos resíduos (cascas e sementes).

Das cascas, foi fabricada a farinha da casca do maracujá (FCM) da espécie *Passiflora edulis f. flavicarpa*, seguindo os passos: colocação em bandejas de inox, secagem em estufa de circulação de ar forçada, a $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, até a obtenção de peso constante (aproximadamente 72 horas). O material pré-seco seguiu para a trituração em moinho de facas e passado por peneira de 30 *mesh* (1,8 mm), sendo, em seguida, embalado e armazenado em potes herméticos, até o dia de sua utilização nas dietas experimentais.

2.3 Ensaio *in vivo*

Uma vez produzida a FCM, da espécie de maracujá-amarelo azedo (MAA), *Passiflora edulis f. flavicarpa*, essa foi adicionada como fonte de fibra nas dietas de alguns tratamentos do ensaio *in vivo*.

O ensaio *in vivo* foi realizado no Biotério do Departamento de Medicina Veterinária (DMV) e as análises químicas e bioquímicas, no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA).

Foram utilizadas, no experimento, 64 ratas albinas da linhagem Fischer, com ± 90 dias de vida e pesando, inicialmente, entre 130 e 150g, provenientes do Biotério da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). O experimento principal foi dividido em três períodos: a) período de ambientação (três dias), no qual os animais foram mantidos em grupos de oito ratas por gaiolas, à temperatura ambiente (cerca de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$), com ciclo de 12 horas de claro-escuro e tiveram acesso à ração comercial Nuvilab CR1 (Nuvital

Nutrientes Ltda.) e água à vontade; b) período pré-experimental (sete dias antes do experimento propriamente dito), quando todos os animais receberam dieta purificada, segundo Reeves et al. (1993), do *American Institute of Nutrition AIN-93M* (manutenção, com modificações), sendo esse período fundamental para a adaptação dos animais e o estabelecimento de nutrientes padrões ao organismo; c) experimento principal propriamente dito, período em que os animais foram pesados e distribuídos aleatoriamente em gaiolas individuais, em quatro grupos (oito tratamentos), consumindo suas respectivas dietas (Tabela 1) e onde permaneceram até o final do experimento, o qual teve duração de 70 dias.

Os procedimentos adotados seguiram as orientações das resoluções específicas referentes à Bioética de Experimentos com Animais (Lei nº.6.638 de 8 de maio de 1979 e Decreto nº. 24.645, de 10 de julho de 1934).

2.4 Programa de exercícios físicos (natação)

As sessões de exercício físico “natação” foram realizadas em tanques d’água de 75cm diâmetro por 55cm de altura e capacidade 250L (Figura 2). A cada sessão de exercícios físicos, a água foi trocada (garantindo a higienização do recinto). Os animais foram separados dentro dos tanques pelo uso de tubos individuais de PVC 200mm, sendo a água dentro destes mantida sob temperatura entre $29\pm 2^{\circ}\text{C}$. A pelagem dos animais sempre foi secada (uso de toalha de algodão) após as secções de natação.

O programa de natação foi subdividido em duas fases: uma de adaptação ao meio líquido (fase 1) e outra de exercícios físicos e treinamento (fase 2).

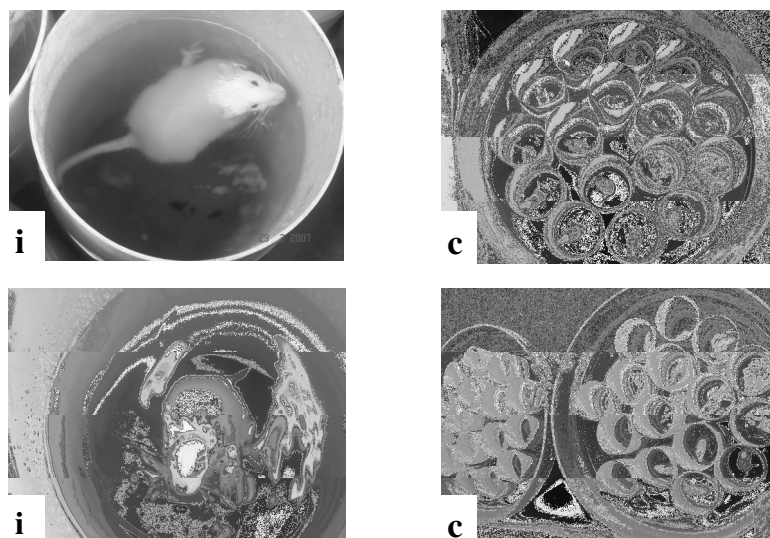


FIGURA 2 Ilustração dos locais da natação: **i** - individual e **c** - coletiva.

2.4.1 Adaptação dos animais ao meio líquido (fase 1)

Foi estabelecido um período de adaptação dos animais ao meio líquido (11 dias), para minimizar a ocorrência de estresse intenso, devido à profundidade do tanque e ao novo ambiente (água). Para tal, foram ministradas sessões progressivas de natação, realizadas ao longo de onze dias. As sessões de exercícios físicos iniciaram-se com 10 minutos acrescentando-se, em tempos definidos, 5 minutos, até que se atingissem seções de 30 minutos e estabilizando-se até o final desse período, exceto para os grupos sedentários, os quais não realizaram atividades físicas no mesmo período.

O padrão de adaptação ao longo do período de adaptação está ilustrado na Figura 3.

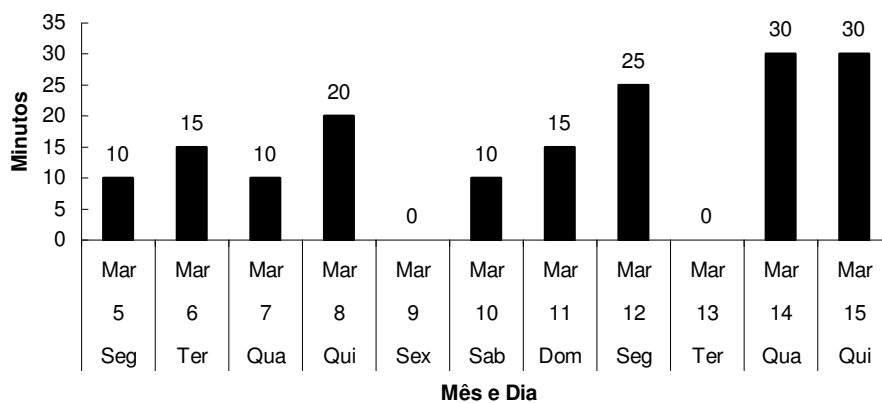


FIGURA 3 Esquema do padrão utilizado para a adaptação dos animais à natação, ao longo do período de adaptação (uma semana e meia).

2.4.2 Exercícios físicos (fase 2 do treinamento experimental)

Somente os animais dos grupos experimentais que realizaram exercícios físicos foram submetidos ao programa de natação proposto neste trabalho, o qual foi realizado no período da manhã, sempre das 7 às 9 horas, de acordo com os mesociclos de exercícios estruturados para o experimento (Figura 4).

As atividades foram programadas em micro e mesociclos adaptativos, condicionantes e recuperativos (Figura 4), esses baseados na estrutura de atividades condicionantes, conforme Zakharov (1992). A variação de intensidade em cada sessão de natação se deu em virtude do volume (número de minutos exercitado), em média, com dois dias de intervalos entre cada sessão de natação.

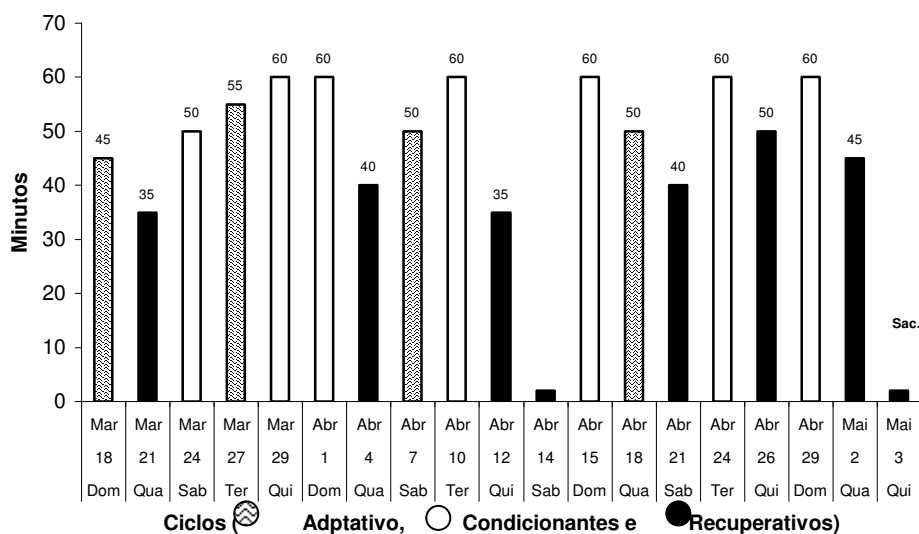


FIGURA 4 Programa de exercícios físicos (natação): micro e mesociclos de horas nadadas/dia: ciclos adaptativos, condicionantes e recuperativos. Cada barra representa um microciclo (uma sessão de treinamento) e a soma de microciclos representa os mesociclos (Sac = sacrifício dos animais).

2.5 Preparo das dietas e estabelecimento dos tratamentos experimentais

Foram elaboradas quatro dietas que, em conjunto com o programa de exercício físico, isenção ou não de colesterol, constituíram os tratamentos (num total de oito tratamentos) deste trabalho (Tabela 1). As dietas foram formuladas com base nas recomendações do *American Institute of Nutrition AIN-93M* (para manutenção), com algumas modificações em relação ao consumo ou não de fibras alimentares e a inclusão ou não de colesterol. O colesterol utilizado foi da marca Sigma, com 95% de pureza. As dietas tiveram concentrações de fibras em torno de 0%, 5% de celulose e 10% de farinha da casca de maracujá. Essas variações se deram em detrimento da porção glicídica.

Na Tabela 1 são apresentadas a descrição dos diversos tratamentos e suas respectivas características (utilização ou não de fibras, nível de exercício físico e conteúdo ou não de colesterol).

TABELA 1 Identificação dos tratamentos com suas respectivas utilizações de fibras (celulose e FCM), nível de exercício físico (animais sedentários e exercitados) e conteúdo de colesterol (presente e ausente) das dietas experimentais.

| Nº | Tratamentos descrição | Sigla | Tipo e % de fibra | | Colesterol (%) | Exercício físico |
|----|---|----------|-------------------|------|-------------------|---------------------|
| | | | Celulose | FCM | | |
| 1 | Controle sedentário | Cs | 5 % | Não | Não | Não |
| 2 | Controle + exercício físico | Ce | 5 % | Não | Não | Sim |
| 3 | Controle colesterol sedentário | Ccs | 5 % | Não | 1 % | Não |
| 4 | Controle colesterol + exercício físico | Cce | 5 % | Não | 1 % | Sim |
| 5 | FCM colesterol sedentário | FCMs | Não | 10 % | 1 % | Não |
| 6 | FCM colesterol + exercício físico | FCM e | Não | 10 % | 1 % | Sim |
| 7 | Isento de fibras sedentário | ØFs | Não | Não | 1 % | Não |
| 8 | Isento de fibras + exercício físico | ØFe | Não | Não | 1 % | Sim |

O total de dieta foi calculado e preparado previamente para o experimento. Tomou-se o cuidado de preparar as dietas a cada semana, para que nenhum dos seus componentes rancificasse ou degradasse. Os ingredientes foram pesados, homogeneizados e peneirados por três vezes. Após este procedimento, adicionou-se óleo de soja e nova homogeneização foi realizada

por mais três vezes. As dietas foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas a -20°C.

Na Tabela 2 são apresentados os ingredientes e suas respectivas concentrações utilizadas nas dietas experimentais.

TABELA 2 Composição das dietas experimentais oferecidas aos oito grupos de animais experimentais - ratas (g/kg).

| Identificação dos tratamentos | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Ingredientes g/Kg | 1 Cs | 2 Ce | 3 Ccs | 4 Cce | 5 FCMs | 6 FCMe | 7 ØFs | 8 ØFe |
| | 5% | 5% | 5% | 5% | 10% | 10% | 0% | 0% |
| | Cel. | Cel. | Cel. | Cel. | FCM | FCM | Fib. | Fib. |
| | 0% de | 0% de | 1% de | 1% de | 1% de | 1% de | 1% de | 1% de |
| | Col. | Col. | Col. | Col. | Col. | Col. | Col. | Col. |
| | Sedent. | + Exer. | Sedent. | + Exer | Sedent. | + Exer | Sedent. | + Exer |
| Amido de milho | 465,69 | 465,69 | 465,69 | 465,69 | 415,69 | 415,69 | 465,69 | 465,69 |
| Dextrina | 155 | 155 | 145 | 145 | 145 | 145 | 155 | 155 |
| Sacarose | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Caseína (86% de proteína)*** | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Óleo de soja | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Colesterol** | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Celulose | 50 | 50 | 50 | 50 | - | - | - | - |
| FCM | - | - | - | - | 100 | 100 | - | - |
| Pré-mix mineral | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Pré-mix vitamínico | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| L-Cistina | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Bitartarato de colina | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Terbutildroquinona | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| q.s.p.* (caulim) | - | - | - | - | - | - | 40 | 40 |
| Total. | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Energia (kcal) | 3802,7 | 3802,7 | 3762,7 | 3762,7 | 3562,7 | 3562,7 | 3802,7 | 3802,7 |

C: controle; c: colesterolemizado; s: sedentário; e: exercitado, Cel.: celulose; FCM: farinha da casca do maracujá; ØF: isento de fibras, Fib.: fibra. A denominação de colesterol** (Col) foi constituída, na realidade, por duas porções: 0,75% de colesterol, somados a mais 0,25% de ácido cólico. q.s.p.*: quantidade suficiente para. As dietas se diferenciaram quanto às diferentes fontes de fibra (Cel., FMC e ØF), nível de exercício físico (exercitados e não exercitados) e ou a ação desses sinergicamente. Exceto as dietas 1 e 2, que não tiveram inclusão de 1% de colesterol,

***A proteína constituída de caseína (86%) + 11,6 g/100 g provenientes da farinha do maracujá

2.5.1 Composição centesimal das dietas

A composição centesimal dos quatro tipos de dietas preparadas neste experimento foi realizada conforme *Association of Official Analytical Chemistry* (1995), que determinou umidade, extrato etéreo, proteína bruta, cinza e extrato não nitrogenado (ENN). A porção fibra bruta foi determinada pelo método de Van de Kamer & Van Ginkel (1952).

2.5.2 Controle do desenvolvimento ponderal dos animais

O desenvolvimento ponderal dos animais foi determinado pelo acompanhamento, a cada 3 dias, para a elaboração da curva de crescimento. O peso entre os animais foi calculado individualmente, permitindo o cálculo do valor da média por grupo (Pelet & Young, 1980).

2.6 Procedimento experimental

2.6.1 Coleta de amostras

Durante período de experimental 70 dias, os animais receberam as dietas experimentais e água à vontade. Ao término do experimento, os animais foram deixados em jejum, por 16 horas, sendo, em seguida, anestesiados com éter etílico, por via inalatória, antes do sacrifício.

Antes também do sacrifício, realizou-se uma laparotomia mediana no sentido pélvico-cranial, das cavidades abdominal e torácica, para as coletas de amostras sanguíneas, pela técnica de punção cardíaca. Em seguida, essas amostras foram centrifugadas, durante dez minutos, a 10.000 rpm, em centrífuga Eppendorf/Centrifuge 5415[®], a fim de se separar o plasma e o soro. Algumas amostras seguiram imediatamente para análises, ao passo que outras foram congeladas e armazenadas, a -20°C, para posteriores análises.

Imediatamente após a coleta sanguínea, foram coletadas amostras hepáticas de cada um dos animais. Uma parte dessas foi pesada em cápsula de porcelana previamente tarada e acondicionada em estufa ventilada, a 65°C, durante 72 horas. A outra parte foi congelada em nitrogênio líquido para posteriores análises químicas e bioquímicas.

2.6.2 Análises de lipídios

2.6.2.1 Análises de lipídios sorológicos

a) Colesterol total (CT)

A dosagem de colesterol total (CT) no soro do sangue dos animais foi realizada utilizando-se a metodologia proposta por Allain et al. (1974), utilizando-se o kit enzimático da marca Labtest Diagnóstica, com o sistema determinação homogenia direta, Catálogo 76 (ANVISA –10009010068), Manual de Produtos e Métodos (s/d).

b) Lipoproteína de alta densidade (HDL-c)

O HDL-c foi determinado seguindo a metodologia proposta por Warnick et al. (1985), utilizando-se o kit da marca Labtest Diagnóstica, com o sistema determinação homogenia direta, Catálogo 98-80 (ANVISA –10009010057), Manual de Produtos e Métodos (s/d).

c) Lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) e lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-c)

As frações LDL-c e VLDL-c apresentam elevada alteração em suas concentrações, decorrentes do uso das fórmulas indiretas ($LDL-c = CT - HDL-c - TAG/5$ e $VLDL-c = TAG/5$), citadas por Mahan & Escott-Stump (2005) e

Santos (2001). No intuito de minimizar essas alterações, as frações LDL-c e VLDL-c foram determinadas em conjunto e não separadamente (Sousa, 2002).

d) Triacilgliceróis (TAG)

Os triacilgliceróis (TAG) foram determinados seguindo a metodologia proposta por Fossati & Prencipe (1982), utilizando-se o método enzimático de marca Labtest Diagnóstica, para a determinação dos triacilgliceróis por reação de ponto final, kit Triglicérides Liquiform, Catálogo 87 (ANVISA – 10009010070), Manual de Produtos e Métodos (s/d).

2.6.2.2 Análises dos lipídios hepáticos

a) Lipídios totais hepáticos

A análise de lipídios totais foi realizada seguindo metodologia proposta pela AOAC (1995). Parte dos fígados, após serem retirados dos animais experimentais, foi seca em estufa ventilada, por seis horas, a 60°C, e, depois, transferidas para estufa, a 105°C. Em seguida, esses foram finalmente triturados e desengordurados em cartucho de celulose, durante oito horas, em aparelho de Soxhlet, usando éter etílico como solvente.

b) Colesterol total e triacilglicerol hepáticos

A extração do colesterol hepático foi realizada segundo Folch (1957). As amostras, depois de secas em nitrogênio (extrato lipídico seco), foram ressuspensas com 1 mL de isopropanol e procedeu-se da mesma forma para as análises do soro já descritas.

2.7 Peso hepático

O peso hepático (g) foi obtido individualmente, logo após o sacrifício dos animais (peso úmido do fígado), em balança analítica (Instituto Adolfo Lutz, 1985). Após a pesagem hepática, a amostra foi identificada, congelada em nitrogênio líquido e armazenada para análises químicas futuras.

2.8 Excreção fecal

A excreção fecal (g/dia) foi determinada por coletas de amostras em algumas semanas (aleatoriamente). Após a coleta, as fezes eram separadas por grupos, etiquetadas, secas em temperatura de $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, durante, aproximadamente, três dias e, então, pesadas (g).

2.9 Análise da glicose sérica

Para a determinação da glicose, foi utilizado o kit de glicose (Cat.Nº02200) da Laborlab (LTDA) Diagnóstica, baseado no método enzimático (glicose oxidase), seguindo-se a metodologia de Henry (1974).

2.10 Análises estatísticas

Para o experimento de referência, foi aplicada uma análise de regressão entre os tempos zero dias (T0), trinta dias (T30) e cinquenta dias (T50). (Tabela 3.1 do Anexo)

O desenvolvimento ponderal foi conduzido em forma de parcelas subdivididas no tempo, em forma de delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 8 repetições, sendo também aplicada análise de regressão (Tabela 3.2 do Anexo)

Para as demais análises, o experimento foi conduzido em forma de delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 8 repetições, disposto em fatorial 4 x 2 (controles, controles hipercolesterolêmicos, farinha da casca do

maracujá e isentos de fibra, mais dois níveis de exercício físico, sedentários e exercitados).

Foi utilizada a ANOVA para as análises estatísticas dos resultados e o teste de Tukey para a comparação das médias entre os tratamentos, a 5% de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o software SISVAR 4.0 (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento de referência

Na Figura 5 está representada a elevação gradativa das concentrações de colesterol (hipercolesterolemia) mg/dL, durante o experimento de referência.

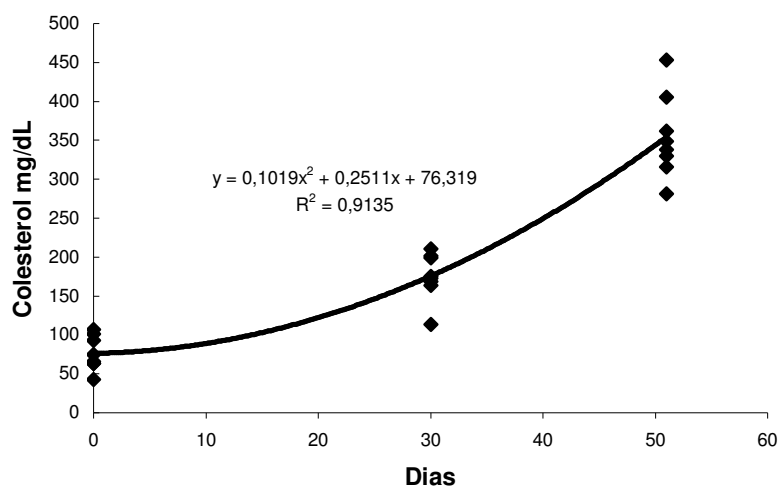


FIGURA 5 Hipercolesterolemia dos animais ao longo do experimento de referência, com base na análise de regressão.

O período ideal para que os animais do experimento principal se encontrassem hipercolesterolêmicos foi determinado com base nos valores verificados no experimento de referência (Figura 5), o qual predeterminou o sacrifício final para 70 dias após o início do experimento principal.

Na Figura 5 observa-se que, aproximadamente aos 30 dias de experimento, os animais já apresentavam valores de colesterol 100% superiores aos verificados inicialmente, os quais formaram uma curva ascendente para os teores de CT, em decorrência do tempo.

3.2 Desenvolvimento ponderal

O comportamento geral do desenvolvimento ponderal dos tratamentos (valores médios) ao longo do período experimental com base na análise de regressão está representado na Figura 6.

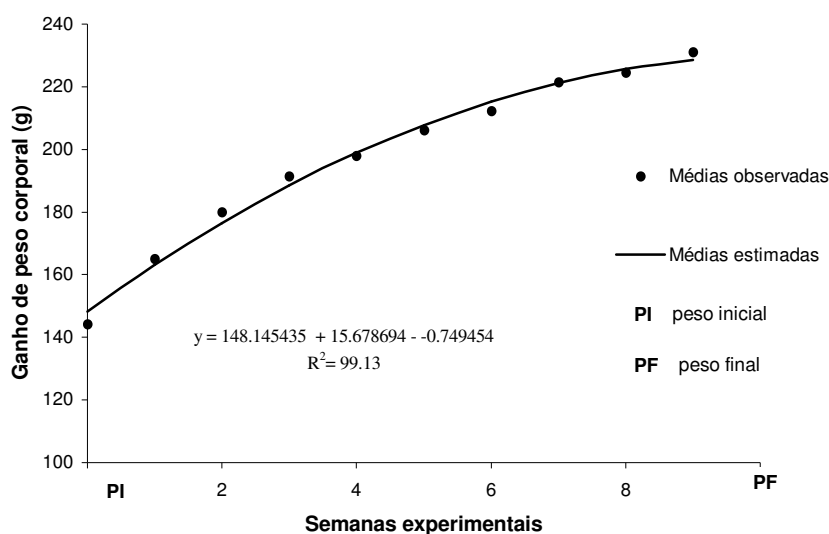


FIGURA 6 Desenvolvimento ponderal dos animais experimentais, ao longo de todo o experimento, com base na análise de regressão.

Para o ganho de peso (g), não foram detectadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$). Verifica-se, pela Figura 6, que, independente do tipo de tratamento realizado, esses não apresentaram interferências que pudessem agir negativamente no desenvolvimento ponderal ao longo do experimento, tendo os animais apresentado um crescimento gradativo e normal.

Os valores médios do peso corporal inicial, final e do ganho de peso (g), ao longo do período experimental, são apresentados na Tabela 3..

TABELA 3 Valores médios e desvio padrão do peso inicial (g), peso final (g) e ganho de peso (g) dos animais experimentais.

| Tratamentos | Ganho de peso dos animais | | |
|-----------------|---------------------------|-------------|--------------------|
| | Peso inicial | Peso final | Ganho de peso |
| Cs | 140,93±5,2 | 224,98±9,1 | 84,05 ^a |
| Ce | 153,10±3,3 | 238,95±14,8 | 85,85 ^a |
| Ccs | 154,24±1,8 | 245,41±21,0 | 91,18 ^a |
| Cce | 140,66±3,8 | 227,48±17,5 | 86,81 ^a |
| 10% FCMs | 144,88±2,8 | 233,09±11,9 | 88,21 ^a |
| 10% FCMe | 130,05±4,3 | 214,40±9,8 | 84,35 ^a |
| 0% Fs | 153,95±2,9 | 242,63±8,7 | 88,68 ^a |
| 0% Fe | 135,91±3,1 | 220,89±14,5 | 84,98 ^a |

Letras minúsculas idênticas, nas colunas, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fato positivo foi verificado relacionando-se a Figura 6 e a Tabela 3, sendo possível observar que o crescimento dos animais não foi alterado em virtude dos tratamentos, mesmo no caso dos tratamentos isentos de fibras (0%Fs e 0%Fe). A falta da porção fibra não interferiu no crescimento dos animais, tendo todos eles apresentado crescimento gradual e contínuo.

Situação similar, em relação ao desenvolvimento ponderal, foi verificada por Martín-Carrón et al. (2000), que não observaram diferenças significativas no ganho de peso de animais alimentados com as dietas contendo resíduos de uva (casca), também fontes de fibras alimentares. Porém, verificou-se situação divergente em relação aos valores verificados por Piedade & Brazaca (2003) que, embora trabalhando com o resíduo do abacaxizeiro (também fonte de fibras alimentares) na redução do nível lipididêmico de ratos ingerindo dietas hipercolesterolêmicas, relataram redução no ganho de peso dos animais alimentados com as dietas acrescidas de pectina em relação à dieta controle.

3.3 Variáveis séricas, hepáticas e físicas dos animais experimentais

Os valores médios de diversas variáveis séricas, hepáticas e físicas dos animais experimentais são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 Análises séricas (CT, HDL-c, LDL-c, TAG, relação LDL+VLDL/HDL, hepáticas (CT, TAG, lipídios totais, peso hepático), excreção fecal e glicose sérica.

| Parâmetro avaliado | Nível de exercício | Tratamentos | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 0% fibra | Controle + colesterol | 10% FCM | Controle | |
| CT (mg/dL) | soro | Ex.+ Sed | 377,8 ^a | 367,3 ^a | 402,9 ^a | 120,6 ^b |
| | hepático | Ex.+ Sed | 563,3 ^a | 549,1 ^a | 507,2 ^b | 47,6 ^c |
| HDL-c (mg/dL) | soro | Ex. | 22,9 ^A | 28,3 ^A | 43,2 ^A | 26,9 ^A |
| | | Sed | 17,5 ^B | 20,1 ^B | 37,3 ^B | 20,4 ^B |
| | Média dos tratamentos | | 20,2 ^b | 24,2 ^b | 40,4 ^a | 23,5 ^b |
| LDL-c (mg/dL) | soro | Ex.+ Sed | 312 ^a | 318,2 ^a | 315 ^a | 76,2 ^b |
| HDL-c/ (LDL+ VLDL)c | soro | Ex.+ Sed | 0,06 ^c | 0,08 ^c | 0,12 ^b | 0,28 ^a |
| TAG (mg/dL) | soro | Ex. | 110,1 ^{aB} | 113,0 ^{aA} | 117,8 ^{aA} | 118,2 ^{aA} |
| | | Sed | 143,4 ^{aA} | 104,7 ^{bA} | 115,5 ^{bA} | 111,9 ^{bA} |
| | hepático | Ex.+ Sed | 217,1 ^a | 174,4 ^b | 97,1 ^c | 31,4 ^d |
| Lipídio total hepático (%) | hepático | Ex.+ Sed | 64,8 ^b | 67,3 ^a | 62,9 ^b | 50,8 ^c |
| Peso hepático (g) | hepático | Ex. | 8,8 ^B | 8,9 ^B | 7,8 ^B | 6,6 ^A |
| | | Sed. | 9,9 ^A | 10,1 ^A | 8,8 ^A | 6,4 ^A |
| | Média dos tratamentos | | 9,3 ^a | 9,5 ^a | 8,3 ^b | 6,5 ^c |
| Excreção fecal (g/dia) | * | Ex. | 1,2 ^B | 1,3 ^A | 1,7 ^A | 1,1 ^A |
| | | Sed. | 1,7 ^A | 1,5 ^A | 1,8 ^A | 1,4 ^A |
| | | Média dos tratamentos | | 1,45 ^{ab} | 1,4 ^{ab} | 1,7 ^a |
| Glicose (mg/dL) | plasma | Ex. e Sed | 133,1 ^a | 133,2 ^a | 141,7 ^a | 132,4 ^a |

Ex.+ Sed: animais exercitados mais animais sedentários;

Letras minúsculas idênticas, nas linhas, não diferem entre os tipos e as porcentagens de fibras e letras maiúsculas idênticas, nas colunas, não diferem entre os níveis de exercício, ambas segundo o teste de Tukey (p<0,05).

3.3.1 Colesterol total (CT) dos animais experimentais

a) Colesterol total (CT) no soro dos animais experimentais

De acordo com os dados da Tabela 4, o valor médio do colesterol total no soro dos animais experimentais apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$), entre os mesmos. Animais experimentais que consumiram dietas contendo, em suas formulações, colesterol e ácido cólico (Ccs, Cce, 0%Fs, 0%Fe, FCMs e FCMe) apresentaram elevados níveis sorológicos de CT, em média geral de 382,6 mg/dL, mesmo para os tratamentos que contavam com o auxílio da prática regular de exercícios físicos (Cce, 0%Fe e FCMe). Somente os animais controle (Cs e Ce) isentos de colesterol e de ácido cólico em suas formulações dietéticas mantiveram níveis sorológicos de CT mais baixos (120,6 mg/dL).

Os valores de CT no soro dos animais encontrados no presente trabalho foram superiores, quando comparados aos de Turbino-Ribeiro et al. (2003). Estes autores, também pesquisando ratas *Fischer* hipercolesterolêmicas, verificaram valores de CT no soro em torno de 204 mg/dL, para ratas consumindo dietas hipercolesterolêmicas e, para ratas controle (dietas normal), encontraram 92 mg/dL, valor esse inferior aos verificados no presente trabalho, para ratas controle (Cs e Ce, com média de 120,61 mg/dL).

Os valores de CT sorológico encontrados por Águila et al. (2002), que embora tenham trabalhado com ratos Wistar consumindo diferentes fontes de lipídicas, revelaram uma variabilidade nos níveis de CT no soro em torno de 65,12 a 103,10 mg/dL. Esses valores são inferiores aos encontrados para os grupos controles Cs e Ce (120,61 mg/dL) do presente trabalho e bem distintos dos encontrados nos animais alimentados com dietas hipercolesterolêmicas (382 mg/dL).

Os valores de CT no soro dos animais experimentais do presente trabalho foram também superiores aos encontrados por Queiroga et al. (2006). Estes autores relataram valores de 92,3 mg/dL para o grupo controle (ratos normais, Wistar, treinados, após uma sessão de natação com duração de 30 minutos. Os valores foram também superiores aos encontrados por Petroianu et al. (2006) que, embora trabalhando com fêmeas ratas da linhagem Wistar, relataram 77,9 a 86,3 mg/dL.

Os valores encontrados por Piedade & Brazaca (2003) divergiram do presente trabalho, pois, embora trabalhando com resíduo do abacaxizeiro (resíduo fonte de fibras alimentares, em grande parte fibras solúveis), na redução do nível lipídêmico de ratos que, durante 45 dias, ingeriam dietas hipercolesterolêmicas, verificaram redução no CT do soro dos animais que consumiram 25% de resíduo do abacaxizeiro (252 mg/dL). Porém, essa redução foi maior ainda quando os animais foram alimentados com 25% de pectina purificada (139 mg/dL).

b) Colesterol total (CT) na parte hepática dos animais experimentais

Os valores médios de CT hepático, verificados no presente trabalho (Tabela 4), demonstram diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p < 0,05$). Os animais que consumiam dietas isentas de fibras (0%Fs e 0%Fe) apresentaram as maiores médias de CT hepático (563,37mg/dL), não se diferenciando estatisticamente dos tratamentos (Ccs e Cce), que apresentaram média de (549,1 mg/dL).

Os animais que consumiram FCM (FCMs e FCMe) apresentaram concentrações de CT hepático em torno de 507,22/dL, as quais, embora elevadas, foram estatisticamente inferiores quando comparadas às médias dos animais (0%Fs, 0%Fe, Ccs e Cce).

Os tratamentos controles (Cs, Ce), que consumiram dietas isentas de colesterol e ácido cólico, apresentaram os menores níveis de CT hepático (47,6 mg/dL).

O exercício físico, nos padrões utilizados (protocolo utilizado), mostrou-se ineficiente ou incapaz de gerar reduções nas concentrações de CT hepático, uma vez que não foi verificada diferença estatística para esse parâmetro.

3.3.2 Lipoproteína de alta densidade (HDL-c) no soro dos animais experimentais

Os valores médios da análise sorológica da fração HDL-c (mg/dL) são apresentados na Figura 7.

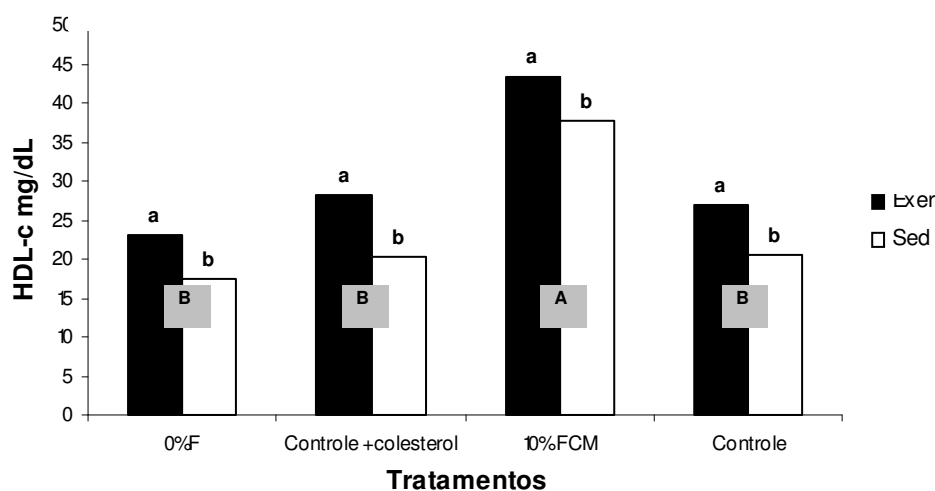


FIGURA 7 Valores médios do HDL-c sérico (mg/dL). Letras maiúsculas idênticas entre as % de fibras não se diferem entre si e letras minúsculas idênticas entre os níveis de atividade (NA), não se diferem entre si ($p < 0,05$), ambas segundo o teste de Tukey.

De acordo com os valores encontrados na Figura 7 e na Tabela 4, os animais que praticaram exercícios físicos apresentaram médias superiores estatisticamente ($p < 0,01$) para os valores de HDL-c, quando comparados aos seus congêneres sedentários.

Fato de importante destaque é que os animais que consumiram FCMs e FCMs tiveram média de HDL-c 40,4 mg/dL, sendo os únicos tratamentos que se diferenciaram estatisticamente ($p < 0,05$) entre os demais (Tabela 4). Entre os diferentes tratamentos, observa-se que os animais que consumiram FCM e praticaram exercícios físicos apresentaram médias superiores à de seus congêneres sedentários, ou seja, o consumo de FCM, associado à prática de exercícios físicos no presente trabalho, mostra-se como parâmetro favorável na busca de um estado de saúde mais adequado. Níveis mais elevados de HDL-c conduzem os lipídios para uma rota de metabolização e, conseqüentemente, redução dos lipídios séricos, diminuindo, assim, problemas como a formação de ateromas, acidentes vasculares e isquemias, entre outros (Mahan & Escott-Stump, 2005).

A fração HDL-c tem sido descrita, na literatura científica, como altamente influenciável pela prática de exercícios físicos regulares, fato verificado no presente trabalho. Populações com maiores níveis de atividade física apresentam correlação direta com concentrações mais elevadas de HDL-c (Mahan & Escott-Stump, 2005). Diante do exposto e dos dados verificados no presente trabalho, a indicação da realização regular de exercícios físicos torna-se, então, recomendável na busca da elevação das concentrações de fração HDL-c.

Os valores de HDL-c encontrados por Águila et al. (2002), embora trabalhando com ratos Wistar consumindo diferentes fontes de lipídicas, foram de 16,61 a 27,46 mg/dL, os quais são similares aos encontrados no presente trabalho para os tratamentos Cs, Ce, Ccs, Cce, 0%Fs e %Fe, os quais estiveram na média de 17,5 a 28,3 mg/dL (Tabela 4). Porém, esses valores são

correspondentes a, aproximadamente, metade do valor obtido pelos animais que consumiram FCMs e FCMe (37,3 a 43,2 mg/dL) .

Valores superiores de HDL-c foram verificados por Petroianu et al. (2006). Estes autores, trabalhando com fêmeas de ratas Wistar, relataram 51 mg/dL, o qual é superior, mesmo em relação aos animais que consumiram FCMs e FCMe (Tabela 4) e que obtiveram 37,3 e 43,2 mg/dL, respectivamente.

Valores similares aos do presente trabalho foram verificados por Piedade & Brazaca (2003). Trabalhando com efeito do consumo do resíduo do abacaxizeiro (também fonte de fibras alimentares, em grande parte fibras solúveis), na redução do nível lipídêmico de ratos que, durante 45 dias, ingeriram dietas hipercolesterolêmicas, estes autores verificaram aumento na fração HDL-c somente para os animais alimentados com as dietas acrescidas de pectina purificada (40 mg/dL).

3.3.3 Lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) no soro

Com base nos dados da Tabela 4, verifica-se a ocorrência de similaridade de acontecimentos já verificados para o CT, em que a fração de LDL-c apresentou médias com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Os níveis mais elevados de LDL-c foram verificados para os animais que consumiram, em suas formulações, colesterol e ácido cólico (0%Fs, 0%Fe, Ccs, Cce, FCMs e FCMe), apresentado médias de 312 mg/dL, 318,2 mg/dL e 315 mg/dL, respectivamente, mesmo para os tratamentos que realizaram a prática de exercícios físicos.

Somente os animais, grupos controle (Cs e Ce), que consumiram dietas isentas de colesterol e de ácido cólico em sua formulação, mantiveram níveis sorológicos mais baixos de LDL-c (76,2 mg/dL).

Águila et al. (2002), trabalhando com ratos Wistar consumindo diferentes fontes de lipídios, verificaram uma variabilidade nos níveis de LDL-c de 42,49 a 102,36 mg/dL. Nesta faixa se enquadram os valores encontrados no presente trabalho, para os animais controle (Cs, Ce), com média de 76,2 mg/dL. Porém, em relação aos animais hipercolesterolemizados (Ccs, Cce, 0%Fs, %Fe, FCMs e FCMe), que apresentaram níveis de 315 mg/dL de LDL-c, as médias encontradas pelos referidos autores foram bem inferiores.

Petroianu et al. (2006), trabalhando com ratas Wistar, verificaram valores de LDL-c de 16,6 a 26 mg/dL, os quais são inferiores aos verificados no presente trabalho (Tabela 4).

Situação diferente a do presente trabalho, conforme Tabela 4, foi verificada por Piedade & Brazaca (2003). Estes autores, trabalhando com resíduo do abacaxizeiro (fonte de fibras alimentares, em grande parte fibras solúveis) na redução do nível lipidêmico de ratos que, durante 45 dias, ingeriam dietas hipercolesterolêmicas, verificaram redução da fração LDL-c em comparação com o controle (dieta padrão). Maiores reduções foram constatadas nos animais alimentados com pectina purificada, em média, de 294 para 114,3 mg/dL e menores reduções para o consumo do resíduo do abacaxizeiro, de 294 para 219 mg/dL.

Sabe-se que níveis elevados de colesterol sanguíneo, particularmente a fração LDL-c, têm sido associadas a maiores riscos de doenças cardiovasculares (anginas, acidentes vasculares, infarte agudo do miocárdio e outros) e que reduções do seu nível plasmático estão associadas ao decréscimo significativo desses riscos (Bell et al., 1990).

3.3.4 Relação das lipoproteínas de alta densidade (HDL) com as lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) mais lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) no soro

Em virtude da grande alteração das concentrações de VLDL-c obtida por meio de fórmulas indiretas, optou-se por quantificá-la juntamente com a fração LDL-c (Sousa, 2002).

A relação entre HDL/(LDL-c+VLDL-c), encontrada no presente trabalho (Tabela 4), demonstra que foram verificadas diferenças estatísticas ($p < 0,01$) entre os tratamentos. Os animais que consumiram dietas isentas de fibras (0%Fs, 0%Fe) e controles hipercolesterolêmicos (Ccs, Cce) apresentaram menores relações. Comparados aos animais que consumiram FCMs e FCMe, ou seja, animais que consumiram FCM, apresentaram menores riscos de doenças ligadas a alterações dessas lipoproteínas.

Embora os animais que consumiram FCM tenham apresentado melhor relação entre HDL/(LDL +VLDL), em relação aos animais que receberam dieta hipercolesterolêmicas, suas médias foram inferiores quando comparadas ao animais controles isentos de colesterol. Estes apresentaram a melhor relação entre as referida lipoproteínas.

Os tratamentos hipercolesterolêmicos obtiveram níveis superiores a 100% dos valores de (LDL-c + VLDL-c), independente de vinculação ou não com a prática de exercícios físicos.

Petroianu et al. (2006), trabalhando com ratas Wistar, verificaram valor de VLDL-c de 10,1 mg/dL, que é inferior aos verificados, no presente trabalho, para os animais controle (Ccs e Cce), que obtiveram as menores médias de VLDL-c, 24,94 mg/dL e 20,62 mg/dL, para Cs e Ce. Também é mais de 50% menor que os 47,4 mg/dL verificados pelos animais que consumiram FCM (FMs e FCMe).

3.3.5 Triacilgliceróis (TAG) dos animais experimentais

a) Triacilgliceróis total (TAG) no soro dos animais experimentais

A prática de exercícios para os níveis de triacilglicerol total (TAG) no soro dos animais apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$). Apenas para os animais que consumiram dietas com restrição da porção fibra (0%Fs e 0%Fe), os animais exercitados apresentaram média inferior (110,1 mg/dL) em relação aos sedentários (143,4 mg/dL).

Dentre os animais sedentários, verificaram-se diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos. Os animais que consumiram dietas com restrição da porção fibra (0%Fs e 0%Fe) apresentaram média superior (143,4 mg/dL) em relação ao demais tratamentos, com média geral de 110,7 mg/dL.

b) Triacilgliceróis total (TAG) no fígado dos animais experimentais

Segundo os valores de TAG hepático (Tabela 4), verificaram-se diferenças estatísticas ($p < 0,05$), entre os tratamentos. Animais que consumiram dietas com restrição da porção fibra (0%Fs e 0%Fe) apresentaram a maior média, em termos de TAG hepático (227,1 mg/dL). Média inferior, estatisticamente, a esse tratamento, foi verificada nos animais Ccs e CCe (174,4 mg/dL), seguida da média dos animais que consumiram FCMs e FCMe (97,1 mg/dL).

Embora os tratamentos que consumiram FCM tenham apresentado média mais próxima daquela verificada pelos grupos controle (Cs e Ce), 31,4 mg/dL, a diferença entre FCM e controles não colesterolemizados (Cs e Ce) foi da ordem de três vezes superior para os tratamentos que consumiram FCM.

A prática de exercícios físicos no padrão utilizado (sessões de exercícios físicos variando de 30 a 60 minutos de duração, com intervalos de 48 horas entre

cada sessão) mostrou-se ineficiente nas reduções de TAG hepático. Isso porque que não houve diferença estatística ($p>0,05$) para esse parâmetro e, de modo geral, todos os animais que consumiram dietas hipercolesterolêmicas apresentaram maiores médias de CT hepático.

Águila et al. (2002), trabalhando com ratos Wistar que consumiram diferentes fontes de lipídicas, verificaram variabilidade, nos níveis de TAG, de 111,60 a 207,23 mg/dL. Esses valores são similares aos encontrados no presente trabalho, que variaram de 97,1 a 217,1 mg/dL, para os animais que consumiram dietas hipercolesterolêmicas, porém, bem superiores em relação à média verificada para os animais controle Cs e Ce (31,1 mg/dL) do presente trabalho.

O valor de TAG verificado por Queiroga et al. (2006), em ratos Wistar controle (não diabéticos) e diabéticos, treinados após a sessão de natação (30 min), foi de 183,5 mg/dL para o grupo controle, inferior à média dos tratamentos 0%Fs, 0%Fe, próximo da média verificada nos tratamentos Ccs e Cce e superior à média dos tratamentos FCMs e FCMe, obtida no presente trabalho.

3.3.6 Lipídios totais hepáticos

Os valores médios dos lipídios totais hepáticos (extrato etéreo), com base no peso seco (Tabela 4), apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p<0,05$).

Os animais controles hipercolesterolêmicos (Ccs e Cce) apresentaram os maiores níveis de lipídios totais hepáticos (67,31%), para esse tratamento. Foram verificadas médias inferiores nos animais que consumiram dietas isentas de fibras, 0%Fs e 0%Fe (64,80%) e FCMs e FCMe (62,99%), os quais apresentaram, entre si, níveis similares de lipídios totais hepáticos. A menor média foi verificada nos animais Cs e Ce (50,86%), isentos de ingestão de colesterol e de ácido cólico. As dietas hipercolesterolêmicas foram capazes de

induzir uma maior quantidade de lipídios hepáticos, em todos os tratamentos que consumiram colesterol e ácido cólico.

3.3.7 Peso hepático dos animais experimentais

De acordo com os valores médios do peso hepático (Tabela 4), verificaram-se diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos. Os animais que consumiram dietas isentas de fibra (0%Fs e 0%Fe) e os controles hipercolesterolêmicos (Ccs e Cce) apresentaram pesos hepáticos superiores 9,3g e 9,5g respectivamente, seguidos pela média de peso dos animais que consumiram FCM (8,3g). Finalmente, com menor peso hepático entre os tratamentos, ficaram os animais controle (Cs e Ce), que consumiram dietas isentas de colesterol e de ácido cólico com média de 6,5g.

Para todos os tratamentos, exceto os controles isentos de colesterol e ácido cólico, foram verificadas diferenças estatísticas ($p < 0,01$) (Tabela 4), entre animais exercitados e sedentários, tendo os tratamentos exercitados apresentado pesos inferiores aos dos sedentários. Esse efeito é decorrente, provavelmente, da maior mobilização dos lipídios para o metabolismo, o que pode ser comprovado pelo maior nível de HDL-c (Tabela 4 e Figura 7), já que a fração HDL-c é responsável pelo transportes dos lipídios armazenados em tecidos e órgãos ativos para a sua utilização.

Excetuando-se os animais controle isentos de colesterol (Cs, Ce), todos os demais apresentaram maior peso hepático, provavelmente, em virtude de suas formulações conterem colesterol e ácido cólico. Isso porque dietas com maiores teores de lipídios podem induzir a uma maior lipidemia (esteatose), com provável sobrecarga hepática e, conseqüentemente, uma hipertrofia celular, decorrente da maior sollicitação ficológica (Bookman, 2006). Este fato pode ser comprovado pelo excesso de lipídios totais verificado em análises anteriores (Tabela 4).

Turbino-Ribeiro et al. (2003), pesquisando também ratas *Fischer* hipercolesterolêmicas, verificaram valores semelhantes para o peso hepático das ratas que consumiram dietas hipercolesterolêmicas (12,0g) e, para as ratas controle, também verificaram valores similares (6,5g), comparados aos encontrados no presente trabalho.

Chau et al. (2004), trabalhando com hamsters *Golden syrian* hipercolesterolêmicos, mas com dietas (dieta rica em fibra insolúvel, 5,24g; celulose, 5,79g e isentos de fibra, 5,76g) similares às utilizadas no presente trabalho, não verificaram diferenças entre os pesos hepáticos. Esses resultados diferenciam-se dos obtidos no presente trabalho que, além de verificar diferenças de pesos entre os tratamentos, constatou também pesos superiores, principalmente para animais hipercolesterolemizados (0%Fs 9,8g, 0%Fe 8,8g, Ccs 10,19g, Cce 8,97g, FCMs 8,8g e FCMe 7,8g) e valores inferiores para os controles isentos de colesterol e ácido cólico (Cs 6,43 e Ce 6,45g).

3.3.8 Excreção fecal

De acordo com os valores médios da excreção fecal (Tabela 4), os animais que consumiram FCM mostraram médias estatisticamente ($p < 0,05$) superiores (1,7 g/dia) à dos demais animais. Com médias intermediárias (1,4 g/dia) de excreção fecal ficaram os tratamentos isentos de fibra (0%Fs e %Fe) e controles hipercolesterolêmicos (Ccs e Cce). Já a menor excreção fecal foi verificada nos tratamentos controles (Cs e Ce), isentos de colesterol e de ácido cólico.

O grupo experimental de ratas que praticaram exercício físico mostrou-se estatisticamente significativo ($p < 0,01$) apenas para os tratamentos isentos de fibra, ficando o tratamento sedentário 0%Fs com média superior (1,7 g/dia) a seu congênere exercitado (0%Fe), com média 1,21g/dia.

Em relação aos valores da excreção fecal, entre animais consumindo diferentes fontes de fibras, verificou-se similaridade de acontecimentos entre o presente trabalho e o de Chau et al. (2004). Embora trabalhando com hamsters hipercolesterolêmicos e consumindo dieta rica em fibra insolúvel (1,35 g/dia), celulose (1,36 g/dia) e isentos de fibra (0,87 g/dia), estes autores também verificaram diferenças na excreção fecal entre seus tratamentos. Valores similares foram verificados, no presente trabalho, para os tratamentos fibras (0%Fs, 0%Fe, Ccs, Cce, Cs, e Ce) que, na média geral, apresentaram média de 1,41 g/dia. Já em relação aos animais que consumiram FCM (1,7 g/dia), esses valores foram inferiores.

Além de diferenças verificadas em relação à excreção fecal, pode ser verificado, ainda na Figura 8, que as fezes também apresentaram diferenças, em termos de consistência e aparência.

O volume fecal é um bom indicativo do trânsito intestinal, que também pode ser correlacionada à menor incidência de carcinomas, principalmente da parte final do intestino (Stella, 2005b). Tratamentos, como a ingestão de FCMs e de FCMe, os quais apresentaram-se estatisticamente ($p < 0,05$) superiores (1,7g/dia) na excreção fecal, podem possibilitar menores intercorrências, no caso das referidas doenças

Torna-se necessário enfatizar que as ratas que consumiram dietas com 10% de FCM da espécie maracujá-amarelo azedo estavam consumindo 5% de fibra total, sendo 7,37 % de fibra solúvel e de 45,91 % de fibra insolúvel. Esses valores não conseguiram produzir maiores efeitos na redução dos níveis lipídêmicos das ratas, o que pode, em parte, explicar a falta de efetividade por parte da anexação de FCM às dietas experimentais dos animais.



FIGURA 8 Ilustração da aparência das fezes dos animais experimentais. À esquerda os tratamentos controle (Cs, Ce, Ccs e Cce) e, à direita, os demais tratamentos (FCMs, FMCe, 0%Fs e 0%Fe).

3.3.9 Glicose sérica dos animais experimentais

Conforme dados da Tabela 4, verifica-se que não houve diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre os valores de glicose, ou seja, independente das dietas consumidas pelos animais, ou da prática ou não de exercícios físicos, os animais não apresentaram quaisquer alterações glicêmicas.

Os dados encontrados por Águila et al. (2002), trabalhando com ratos *Wistar* com doze meses de vida e suplementados com diferentes fontes de lipídicas, demonstraram variabilidade nos valores de glicose de 120 a 171 mg/dL, valores similares aos encontrados no presente trabalho, o qual apresentou em média geral 135, mg/dL (Tabela 4).

Os valores de glicose verificados por Luciano & Rostom de Mello (1998), trabalhando com ratos normais e diabéticos, e utilizando um programa de exercício (natação com anexação de carga em relação ao peso corporal) por 60 minutos diários, cinco dias na semana, durante um mês, ou seja de características similares ao protocolo usado no presente estudo, encontraram

foram de 115 mg/dL, para ratos sedentários e de 121 mg/dL, para ratos treinados (Tabela 4). Observa-se, então, que esses valores são inferiores aos verificados no presente estudo.

Os valores de glicose obtidos no presente trabalho (Tabela 4) foram inferiores aos encontrados por Queiroga et al. (2006), que relataram 204,1 mg/dL para o grupo controle (ratos normais) da linhagem Wistar, treinados após uma sessão de natação com duração de 30 minutos.

Apesar de não terem sido verificadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os valores de glicose entre grupos sedentários e ativos (Tabela 4), a prática de exercício físico regular, segundo a literatura científica, tem sido indicada, desde que adequadamente aplicada (Knowler et al., 2002). O exercício físico tem apresentado potencial para agir como agente anti-hiperglicêmico (Tang & Reed, 2001). Esse fato não foi verificado neste trabalho, provavelmente em decorrência do longo período de jejum ou do protocolo de exercícios estabelecido, o qual, talvez, não tenha atingido um índice que proporcionasse alterações fisiológicas mais acentuadas.

Os valores de glicose verificados no presente trabalho (Tabela 4) mostram-se divergentes dos encontrados por de Tang & Reed (2001). Estes autores, embora trabalhando com camundongos, verificaram redução significativa da concentração de glicose sanguínea, independentemente de seus tratamentos, os quais foram prática de exercício físico e uso de metformina. Divergiram também do estudo de Knowler et al. (2002) que, embora trabalhando com humanos divididos em três grupos (alimentação/exercício físico, metformina e controle), verificaram redução de 58% no risco de desenvolver diabetes (intolerância à glicose) em integrantes que aderiram a mudanças no estilo de vida (alimentação e exercício físico) quando comparados ao grupo controle.

4 CONCLUSÕES

O consumo da farinha da casca do maracujá (FCM) apresentou melhor relação HDL/(LDL-c+VLDL-c) em animais que consumiram dietas hipercolesterolemicas, sendo também responsável por níveis mais elevados de HDL-c em animais que consumiram FCM, além de ter sido eficiente em aumentar o volume fecal.

O exercício físico mostrou-se efetivo na elevação de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e na manutenção de um menor peso hepático.

Parâmetros, como CT (sorológico e hepático), LDL-c e glicose sérica, não foram influenciados pelo consumo de farinha da casca do maracujá ou pela prática de exercícios físicos.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁGUILA, M. B.; LOUREIRO C. C.; PINHEIRO, A. R.; LACERDA C. A .
Lipid metabolism in rats fed diets containing different types of lipids. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 1, p. 32-38, 2002.
- ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S; RICHMOND, W.; FU, P. C.
Enzimatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 20, n. 7, p. 859, July 1974.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 16th ed. Washington, 1995. p. 1141.
- BELL, L. H.; DECTORN, K. J.; REYNOLDS, H.; HUNNINGHAKE, D. B.
Cholesterol: lowering effects of soluble-fiber cereals as part of a prudent diet for patients with mild to moderate hypocholesterolemia. **American Journal Clinical Nutrition**, Chicago, v. 52, n. 6, p. 1020-1026, June 1990.
- BOOKMAN, I. D; PHAM, J.; GUINDI, M.; HEATHCOTE, E. J. Distinguishing Nonalcoholic Steatohepatitis from Fatty Liver: Serum-free Fatty Acids, Insulin Resistance, and Serum Lipoproteins. **Liver International**, Oxford, v. 26, n. 5, p. 561-571, June 2006
- CHAU, C. F.; HUANG, Y. L.; LIN, C. Y. Ivetigation of cholesterol-lowering action of insoluble fibre derived from the pell of Citrus sinesis L. Cv. Liucheng. **Food Chemistry**, Oxford, v. 87, n. 3, p. 361-366, Sept. 2004
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45.; 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p. 255-258. 2000.
- FOLCH, J.; LESS, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A. Simple method for isolation and purification of total lipids from animals tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 226, n. 1, p. 407-411, May 1957
- FOSSETI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerides determined calçorimetrically with enzyme theat produces hyddrogen peroxidase. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 28, n. 10, p. 2077-2080, Oct. 1982.

GROSS, J. L.; SILVEIRO, S. P.; CAMARGO, J. L.; REICHEL, A. J.; AZEVEDO, M. J. Diabetes Mellito: diagnóstico, classificação e avaliação do controle glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 46, n. 1, p. 16–26, 2002.

HENRY, R. J. **Clinical chemistry principles and techniques**. 2. ed. Hargeston: Harper & How, 1974.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 335 p.

LECKER, S. H.; JAGOE, R. T.; GILBERT, A.; GOMES, M.; BARACOS, V.; BAILEY, J.; PRICE, S. R.; MITCH, W. E.; GOLBERG, A. L. Multiple types of skeletal muscle atrophy involve a common program of changes in gene expression. **FASEB Journal**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 39–51, Jan. 2004.

LUCIANO, E.; ROSTOM DE MELLO, M. A. Atividade física e metabolismo de proteínas em músculo de ratos diabéticos experimentais. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 202-09, jul./dez. 1998

KNOWLER, W. C.; BARRETT-CANNON, E.; FOWLER, S. E.; HAMMAN, R. F.; LACHIN, J. M.; WALKER, E. A.; NATHAN, D. M. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. **New England Journal Medicine**, Waltham, v. 346, n. 6, p. 393-403, Feb. 2002.

KOKUBUN, E. **Interações entre o metabolismo de glicose e ácidos graxos livres em músculos esqueléticos**. 1990. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências Biomédicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

MARTÍN-CARRÓN, N.; SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Effects of dietary fibre and polyphenol-rich grape products on lipidaemia and nutritional parameters in rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 8, p. 1183-1188, Aug. 2000.

PIEADADE, J.; BRAZACA, S. G. C. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sanguíneo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 149-156, maio/ago. 2003.

PELLET, P. L.; YOUNG, V. R. **Nutritional evaluation of protein foods.** Tokyo: The United Nations University, 1980. p. 153.

PETROIANU, A.; VELOSO, D. F. M.; COSTA, G. R.; ALBERTI L. R. Efeitos de operações sobre o baço no lipidograma de ratas. **Revistas da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 56-59, 2006.

PLUTZKY, J.; VIBERTI, G.; HAFFNER, S. Atherosclerosis in type 2 diabetes mellitus and insulin resistance: mechanistic links and therapeutic targets. **Journal of Diabetes and Its Complications**, New York, v. 16, n. 6, p. 401–415, Nov./Dec. 2002.

QUEIROGA, M. R.; SILVEIRA, R. F.; MENDES DE OLIVEIRA, M. F.; CRESPILO D.; KOKUBUN, E.; LUCIANO, E. Efeitos do exercício físico agudo sobre a glicemia e lipídemia de ratos diabéticos tratados com metformina **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 17, n. 2, p. 169-175, jul./dez. 2006.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEEY, G. C. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad Hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, Nov. 1993.

SANTOS, R. D. III Diretrizes brasileiras sobre dislipidemias e diretrizes de prevenção da aterosclerose do departamento de aterosclerose da sociedade brasileira de cardiologia. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 1-48, nov. 2001. Suplemento.

SOUSA, R. V.; SANTOS, P. C. F.; BAMBIRRA, E. A.; VIEIRA, E. C.; ALVAREZ-LEITE, J. I. Nutritional characteristics of amazonian fish fat (*colossomamacropomum*) and its effect on lipid metabolism of rats fed hypercholesterolemic diets. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 88-93, jan./abr. 2002.

STELLA, R. B. **Fibras para o seu intestino.** Disponível em: <http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/010921_nut_fibra_intestino.htm>. Acesso em: nov. 2005b.

TANG, T.; REED, M. J. Exercise adds to metformin and acarbose efficacy in db/db mice. **Metabolism**, New York, v. 50, n. 9, p. 1049-1053, Sept. 2001.

TURBINO-RIBEIRO, S. M. L.; SILVA, M. E.; CHIANCA, D. A.; PAULA, H.; CARDOSO, L. M.; COLOMBARI, E.; PEDROSA, M. L. Iron overload in hypercholesterolemic rats affects iron homeostasis and serum lipids but not blood pressure. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, n. 1, 15-20, Jan. 2003.

VAN DE KAMER, J. H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereal. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 29, n. 4, p. 239 -251, July/Aug. 1952.

WARNICK, G. R.; NGUYENT, T.; ALBERS, A. A. Comparison of improved precipitation methods for qualification of high-density lipoprotein cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 217-222, 1985.

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo: adaptação científica**. Antonio Carlos Gomes. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992. 338 p.

ANEXOS

LISTA DE TABELAS DO ANEXO

| | | Página |
|--------------------------|--|------------|
| CAPÍTULO 2: | | 101 |
| TABELA 2.1a | Resumo das análises de variância para aos dados dos parâmetros físicos: peso, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e espessura da casca, de três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA), provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra jan/05; meio da safra abr/05 e fim da safra jul/05..... | 101 |
| TABELA 2.1b | Resumo das análises de variância para aos dados dos parâmetros físicos peso da casca e peso da semente três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA), provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra jan/05; meio da safra abr/05 e fim da safra jul/05..... | 101 |
| TABELA 2.1c | Resumo das análises de variância para aos dados dos parâmetros físicos peso da semente mais suco, volume do suco e % de casca/peso frutos de três espécies de maracujá: amarelo doce (MAD), amarelo azedo (MAA) e roxo azedo (MRA), provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra jan/05; meio da safra abr/05 e fim da safra jul/05..... | 102 |
| TABELAS: | Resumo das análises de variância para a composição centesimal, com base na matéria seca das cascas de três variedades de maracujá: maracujá amarelo doce, maracujá amarelo azedo e maracujá roxo azedo, provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra jan/05; meio da safra abr/05 e fim da safra jul/05..... | 102 |
| TABELA 2.2 a | | |
| TABELA 2.2 b | | |
| TABELA 2.2 c | | |
| TABELA 2.3 | Resumo das análises de variância para das fibras FDA, FDN e hemicelulose das cascas de três espécies de maracujá: maracujá amarelo doce, maracujá amarelo azedo e maracujá roxo azedo, provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra jan/05; meio da safra abr/05 e fim da safra jul/05. | 103 |
| TABELA 2.4 | Resumo das análises de variância para pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização da pectina das farinhas da casca do maracujá (FCM) de três espécies de maracujá: maracujá amarelo doce, maracujá amarelo azedo e maracujá roxo azedo, provenientes de três diferentes épocas, na safra/2005: início da safra jan/05; meio da safra abr/05 e fim da safra jul/05..... | 103 |
| TABELA 2.5 | Resumo das análises de variância para a porcentagem da fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI) de três espécies de maracujá: amarelo doce, amarelo azedo e roxo azedo. | 104 |

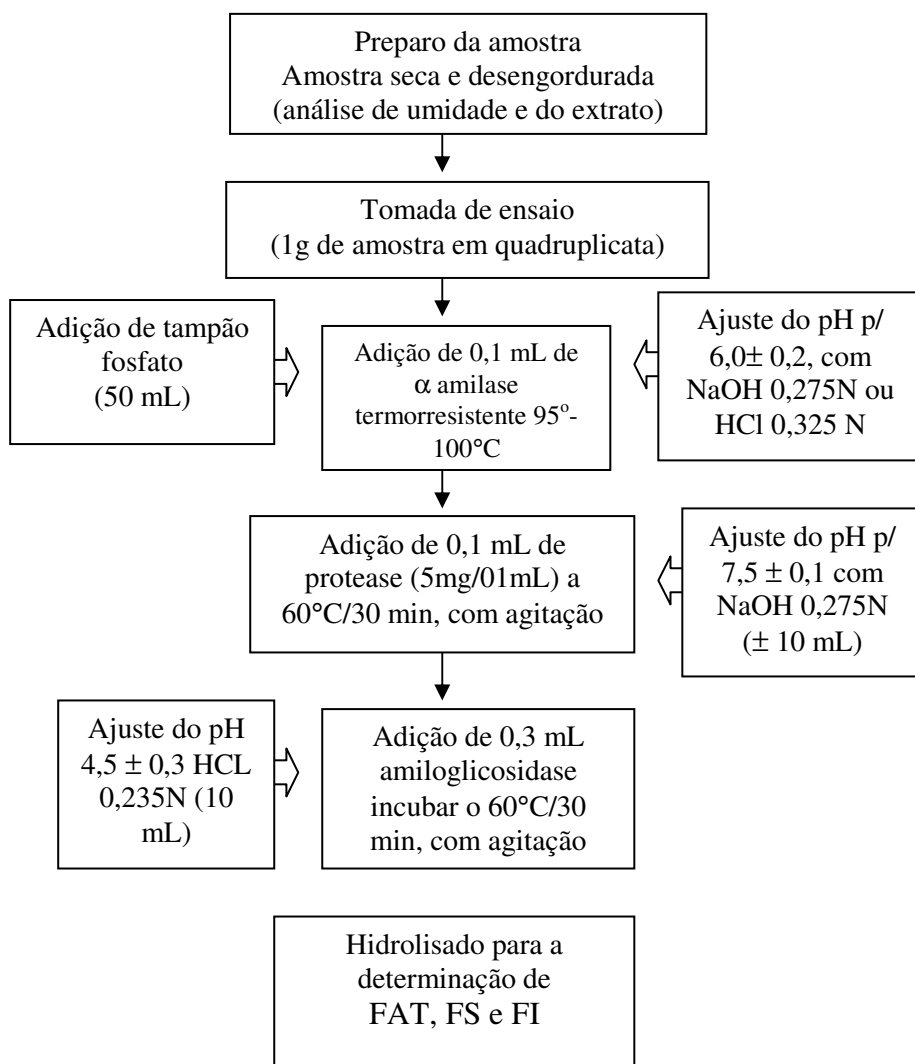
CAPÍTULO 3:..... 105

| | | |
|--------------------|--|-----|
| TABELA 3.1 | Resumo das análises de variância para os dados de hipercolesterolemia nos tempos 0 dias (T0), 30 dias (T30) e 50 dias (T50), do experimento de referência..... | 105 |
| TABELA 3.2 | Resumo das análises de variância para os dados desenvolvimento ponderal dos tratamentos ao longo do período experimental. | 105 |
| TABELA 3.3 | Resumo das análises de variância para análise de colesterol total (CT) na parte sorológica dos animais experimentais..... | 105 |
| TABELA 3.4 | Resumo das análises de variância para análise do HDL-c no soro..... | 106 |
| TABELA 3.5 | Resumo das análises de variância para as análise de LDL-c, VLDL-c e TAG no soro..... | 106 |
| TABELA 3.6 | Resumo das análises de variância para análise lipídios totais (extrato etéreo) hepáticos..... | 106 |
| TABELA 3.7 | Resumo das análises de variância para análise de colesterol total (CT) e triacilgliceróis (TAG) hepáticos..... | 107 |
| TABELA 3.8 | Resumo das análises de variância para o peso hepático..... | 107 |
| TABELA 3.9 | Resumo das análises de variância para a quantidade fecal..... | 107 |
| TABELA 3.10 | Resumo das análises de variância para análise de glicose..... | 108 |

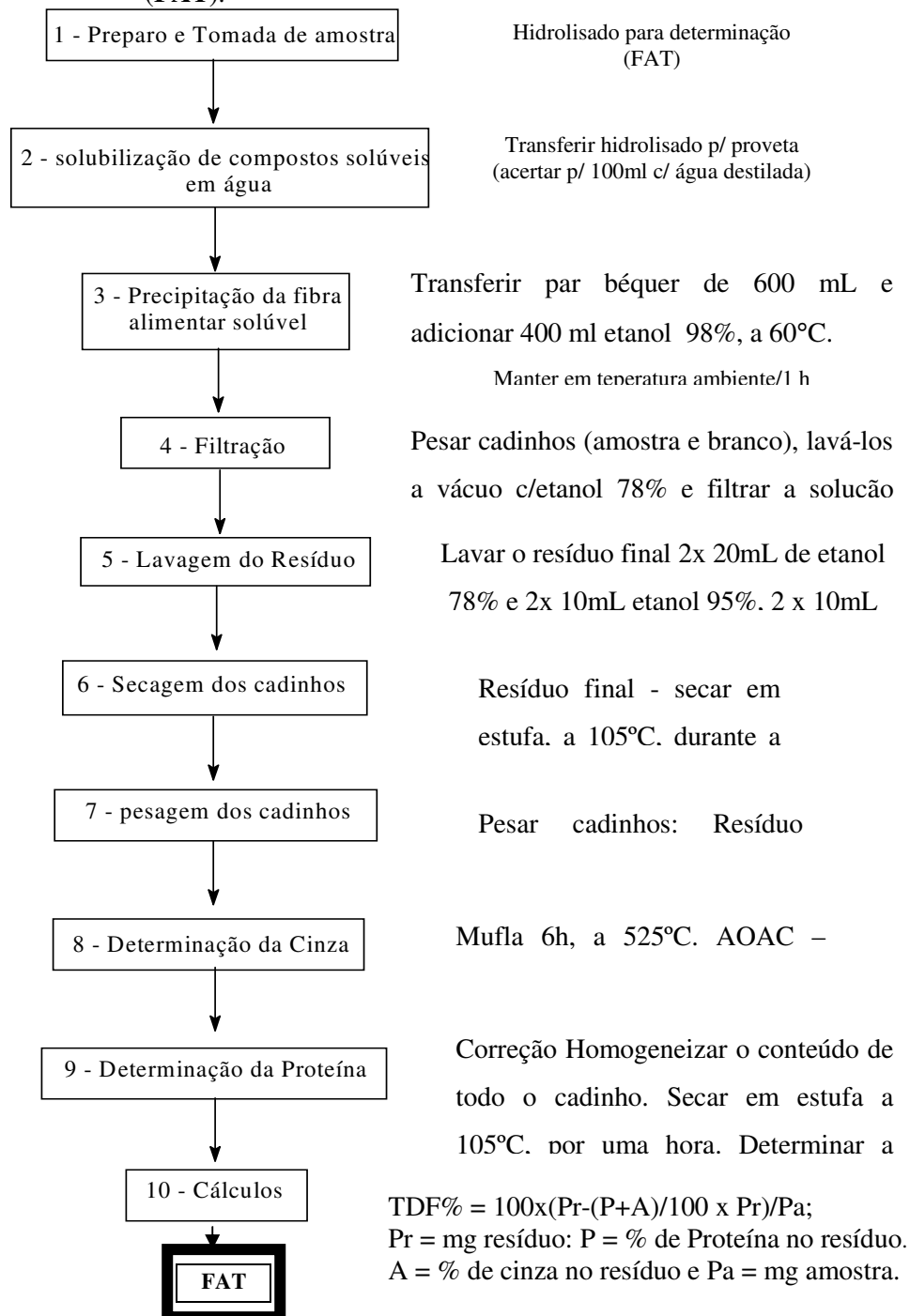
LISTA DE FIGURAS DO ANEXO

| | Página |
|---|---------------|
| ANEXO 1 Esquema das etapas iniciais para análise fibra alimentar total (FAT), fibra solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI)..... | 98 |
| ANEXO 2 Esquema das principais etapas para análise fibra alimentar total (FAT)..... | 99 |
| ANEXO 3 Esquema das principais para determinação da fibra solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI)..... | 100 |

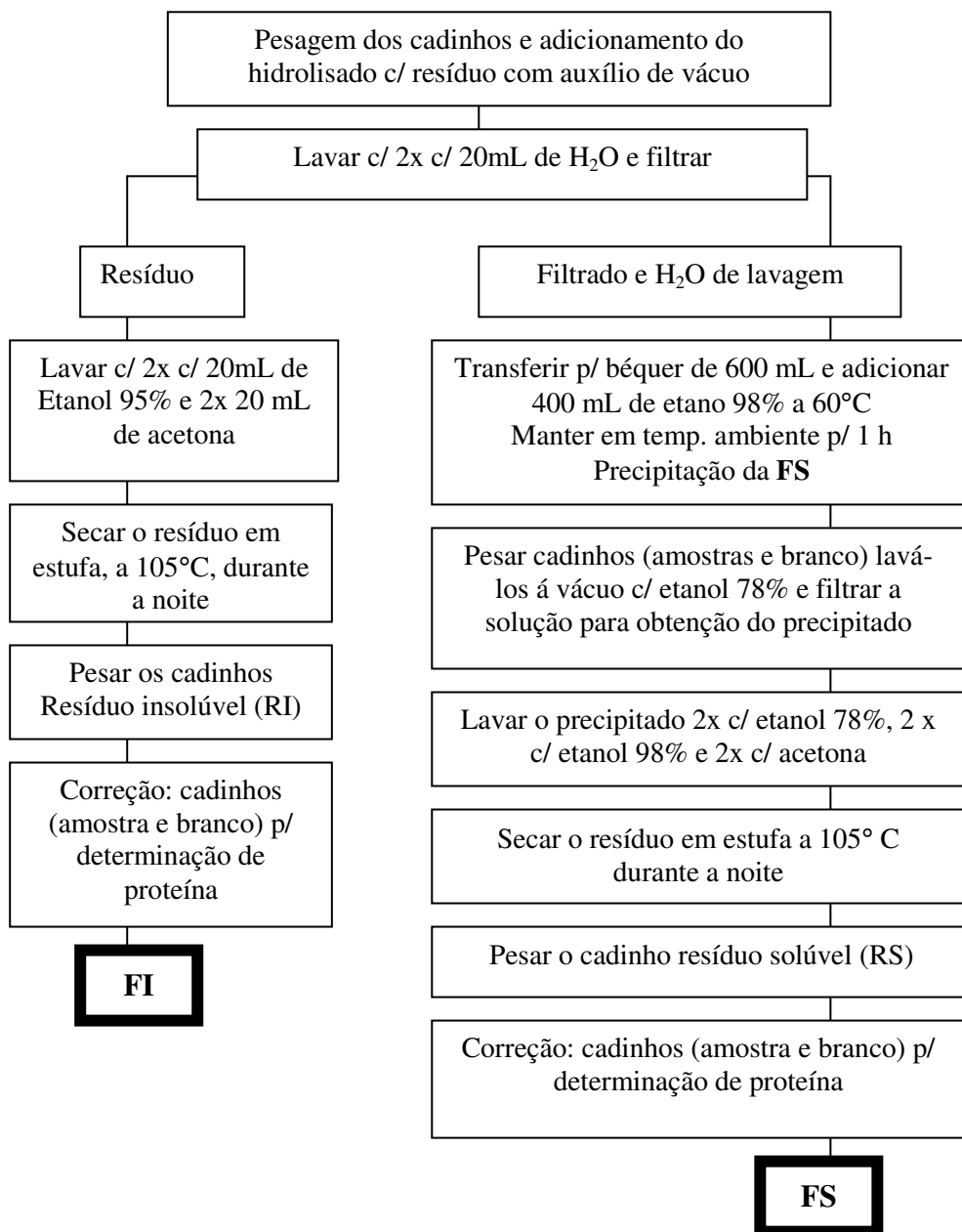
ANEXO 1: Esquema das etapas iniciais para análise da fibra alimentar total (FAT), da fibra solúvel (FS) e da fibra insolúvel (FI).



ANEXO 2: Esquema das principais etapas para análise da fibra alimentar total (FAT).



ANEXO 3: Esquema das principais para a determinação da fibra solúvel (**FS**) e da fibra insolúvel (**FI**).



**TABELAS DOS RESUMOS DE ANÁLISES DE VARIÂNCIA
REFERENTES AO CAPÍTULO 2**

TABELA 2.1a Resumo das análises de variância para peso dos frutos, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e espessura da casca.

| FV | GL | Peso dos frutos | Diâmetro longitudinal | Diâmetro transversal | Espessura da casca |
|---------------------|-----|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| | | QM | | | |
| VAR | 2 | 43870,53615 ** | 190,257556** | 7,565167** | 3,313711 ** |
| Bloco (Bl) | 2 | 62594,056187 ** | 51,979056 ns | 8,068167** | 0,199044 ** |
| Erro | 175 | 1843,028712 | 42,771417 | 0,559859 | 0,027353 |
| Total corrigido 179 | | | | | |
| CV (%) = | | 25,09 | 68,16 | 10,55 | 19,58 |
| Média geral: | | 171,08 | 9,57 | 7,09 | 0,84 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.1b Resumo das análises de variância para os parâmetros físicos dos frutos (continuação).

| FV | GL | Peso da casca | Peso da semente |
|--------------------|----|-----------------|-----------------|
| | | QM | |
| VAR | 2 | 15384,406519 ** | 15,825386 ns |
| Bloco (Bl) | 2 | 2866,926836 ** | 141,834136 ** |
| Erro | 31 | 365,391363 | 6,050238 |
| Total corrigido 35 | | | |
| CV (%) = | | 15,03 | 34,13 |
| Média geral: | | 127,19 | 7,20 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.1c Resumo das análises de variância para os parâmetros físicos dos frutos (continuação).

| FV | GL | Peso semente + suco | Volume de suco | % de casca/peso fruto |
|-----------------|----|---------------------|----------------|-----------------------|
| | | QM | | |
| VAR | 2 | 3751,137858 ** | 2670,158958 ** | 1513,258369 ** |
| Bloco (Bl) | 4 | 4485,282008 ** | 2391,893125 ** | 392,028503 ** |
| erro | 31 | 230,010501 | 155,735894 | 15,077351 |
| Total corrigido | 35 | | | |
| CV (%) = | | 35,43 | 37,13 | 5,13 |
| Média geral: | | 42,80 | 33,61 | 75,62 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.2a Resumo das análises de variância da umidade de cascas e dos frutos.

| FV | GL | Casca |
|-----------------|-------|---------------|
| | | QM |
| VAR | 2 | 54,338460 ** |
| Bloco (Bl) | 2 | 157,578268 ** |
| erro | 67 | 3,214982 |
| Total corrigido | 71 | |
| CV (%) = | 2,03 | |
| Média geral: | 88,20 | |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.2b Resumo das análises de variância de gordura, fibra bruta e cinzas das cascas.

| FV | GL | Gordura | Fibra bruta | Cinzas solúvel |
|-----------------|-----|--------------|---------------|----------------|
| | | QM | | |
| VAR | 2 | 4,190948 ** | 97,103333 ** | 81,532608 ** |
| Bloco (Bl) | 2 | 12,463781 ** | 207,067778 ** | 236,872108 ** |
| erro | 103 | 0,612718 | 13,075383 | 2,884421 |
| Total corrigido | 107 | | | |
| CV (%) = | | 42,69 | 11,98 | 14,39 |
| Média geral: | | 1,83 | 30,18 | 11,80 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.2c Resumo das análises de variância de proteína das cascas dos frutos.

| FV | GL | QM |
|-----------------|-----|--------------|
| VAR | 2 | 94,652145 ** |
| Bloco (Bl) | 2 | 54,038056 ** |
| erro | 103 | 4,501467 |
| Total corrigido | 107 | |
| CV (%) = | | 21,87 |
| Média geral: | | 9,69 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.3 Resumo das análises de variância para a análise de FDA, FDN e hemicelulose das cascas .

| FV | GL | FDA | FDN | Hemi. celulose |
|-----------------|-----|---------------|----------------|----------------|
| | | QM | | |
| VAR | 2 | 613,643333 ** | 6661,222593 ** | 3232,473704 ** |
| Bloco (Bl) | 2 | 50,361111 ** | 6902,973704 ** | 6725,451481 ** |
| Erro | 103 | 6,441726 | 110,694480 | 113,059960 |
| Total corrigido | 107 | | | |
| CV (%) = | | 7,07 | 18,64 | 51,78 |
| Média geral: | | 35,92 | 56,45 | 20,53 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.4 Resumo das análises de variância de pectina total, pectina solúvel e solubilização.

| FV | GL | Pectina total | Pectina solúvel | Solubilização |
|-----------------|-----|-------------------|-------------------|----------------|
| | | QM | | |
| VAR | 2 | 58782839,979295** | 31027947,722059** | 1279,960118 ** |
| Bloco (Bl) | 2 | 130501,141684 ns | 12959769,413804** | 701,095856 ** |
| erro | 103 | 3284053,080988 | 796373,493038 | 100,810082 |
| Total corrigido | 107 | | | |
| CV (%) = | | 14,91 | 14,69 | 19,74 |
| Média geral: | | 12151,50 | 6074,43 | 50,86 |

{VAR} - variedades de maracujá; {Bl} - Três períodos de coleta; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2.5 Resumo das análises de variância para porcentagem de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI) da casca de três espécies de maracujá: amarelo doce, amarelo azedo e roxo azedo.

| Tabela de análise de variância % de fibra alimentar | | |
|---|-----------|----------------|
| FV | GL | QM |
| Espécies de maracujá (EM) | 2 | 244,551454 ** |
| Fibras alimentares (FA) | 2 | 7279,541117 ** |
| EM*FA | 4 | 28,671859 ** |
| Erro | 27 | 0,303864 |
| Total corrigido | 35 | |
| CV (%) | 1,55 | |
| Média geral | 35,605 | |

* significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

**TABELAS DOS RESUMOS DE ANÁLISES DE VARIÂNCIA
REFERENTES AO CAPÍTULO 3**

TABELA 3.1 Resumo das análises de variância para os dados de hipercolesterolemia nos tempos 0 dias (T0), 30 dias (T30) e 50 dias (T50), do experimento de referência.

| F.V. | G.L. | QM | |
|-----------------|--------|--------------------------|----|
| | | Desenvolvimento ponderal | |
| Dias | 2 | 158729,639066 | ** |
| Erro | 21 | 1431,691684 | |
| Total corrigido | 23 | | |
| C.V. (%) 2 | 18,73 | | |
| Média | 202,06 | | |

* significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.2 Resumo das análises de variância para os dados de desenvolvimento ponderal dos tratamentos, ao longo do período experimental.

| F.V. | G.L. | QM | |
|------------|--------|--------------------------|----|
| | | Desenvolvimento ponderal | |
| TRA | 7 | 8828,768218 | ** |
| ERRO 1 | 70 | 102,648038 | |
| SEM | 9 | 49360,228979 | ** |
| TAR*SEM | 63 | 65,002748 | ns |
| ERRO 2 | 490 | 115,588744 | |
| C.V. (%) 1 | 5,13 | | |
| C.V. (%) 2 | 5,45 | | |
| Média | 197,34 | | |

{TRA}-Tratamentos; {SEM}- Semanas * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.3 Resumo das análises de variância para análise de colesterol total (CT) na parte sorológica dos animais experimentais.

| FV | GL | QM |
|-----------------|------------|-----------------|
| FIB_%_ | 3 | 278364,266053** |
| NA | 1 | 3864,984561 ns |
| FIB_%_*NA | 3 | 1635,421137 ns |
| Erro | 56 | 8005,781081 |
| Total corrigido | 63 | |
| CV (%) = | 28,21 | |
| Média geral: | 317,192875 | |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.4 Resumo das análises de variância para análise do HDL-c no soro.

| FV | GL | QM |
|-----------------|--------|----------------|
| FIB_%_ | 3 | 1312,538879 ** |
| NA | 1 | 656,083400 * |
| FIB_%_*NA | 3 | 6,341230 ns |
| Erro | 56 | 116,443719 |
| Total corrigido | 63 | |
| CV (%) = | 39,63 | |
| Média geral: | 27,160 | |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.5 Resumo das análises de variância para as análise de LDL-c, VLDL-c e TAG no soro.

| FV | GL | Frações lipídicas | | |
|-----------------|----|-------------------|----------------|---------------|
| | | LDL -c | VLDL -c | TAG |
| FIB_%_ | 3 | 228259,564039 ** | 3052,312347 ** | 416,242660 ns |
| NA | 1 | 904,513144 ns | 41,979061 ns | 750,460685 ns |
| FIB_%_*NA | 3 | 1288,285368 ns | 178,020933 ns | 2522,491073 * |
| erro | 56 | 7969,545528 | 122,167926 | 934,429949 |
| Total corrigido | 63 | | | |
| CV (%) = | | 34,95 | 31,92 | 26,47 |
| Média geral: | | 255,403 | 34,629 | 115,49 |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.6 Resumo das análises de variância para análise de lipídios totais (extrato etéreo) hepáticos.

| FV | GL | Lipídios totais hepáticos | |
|-----------------|----|---------------------------|----------------|
| | | Umidade | Extrato etéreo |
| FIB_%_ | 3 | 646,467947 ** | 853,904659 ** |
| NA | 1 | 1,090719 ns | 20,863198 ns |
| FIB_%_*NA | 1 | 4,146146 ns | 14,942317 ns |
| erro | 56 | 7,711381 | 11,284315 |
| Total corrigido | 63 | | |
| CV (%) = | | 4.69 | 5.46 |
| Média geral: | | 59.1617969 | 61.4962344 |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.7 Resumo das análises de variância para análise de colesterol total (CT) e triacilgliceróis (TAG) hepáticos.

| FV | GL | QM | |
|-----------------|----|-------------------|------------------|
| | | CT hepático | TAG hepático |
| FIB_%_ | 3 | 1229779,054261 ** | 113447,881477 ** |
| NA | 1 | 384,282510 ns | 4854,776330 ns |
| FIB_%_*NA | 3 | 1548,239571 ns | 2449,259198 ns |
| Erro | 56 | 2167,506214 | 2772,976995 |
| Total corrigido | 63 | | |
| CV (%) = | | 15,72 | 53,7 |
| Média geral: | | 296,11 | 130,0 |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; * significativo, a 5% de probabilidade significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.8 Resumo das análises de variância para o peso hepático.

| FV | GL | QM |
|-----------------|-------|---------------|
| % Fib | 3 | 31,0206792 ** |
| NA | 1 | 9,725822 ** |
| % Fib* NA | 3 | 1,863353 |
| Erro | 56 | 0,821083 |
| Total Corrigido | 63 | |
| CV (%) | 10,69 | |
| Média geral | 8,473 | |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; * significativo, a 5% de probabilidade e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3.9 Resumo das análises de variância para o volume fecal.

| FV | GL | QM |
|-------------------------|--------|---------------|
| % de fibras (% Fib) | 3 | 204,802000 * |
| Nível de atividade (NA) | 1 | 458,599840 ** |
| % Fib* NA | 3 | 52,159853 ns |
| Erro | 32 | 60,097025 |
| Total corrigido | 39 | |
| CV (%) | 21,28 | |
| Média geral | 36,425 | |

TABELA 3.10 Resumo das análises de variância para análise de glicose.

| FV | GL | QM |
|-----------------|---------|--------------|
| FIB_%_ | 3 | 308,35443 ns |
| NA | 1 | 125,02315 ns |
| FIB_%_*NA | 3 | 388,22849 ns |
| Erro | 56 | 630,04755 |
| Total corrigido | 63 | |
| CV (%) = | 18,57 | |
| Média geral: | 135,176 | |

{FIB_%_} - Porcentagem de fibra; {NA} - Nível de exercício; ^{ns} Não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.