

**EFEITO DAS FARINHAS DE POLPA E DE  
CASCA DE BANANA E DO FERMENTADO  
DE QUEFIR NOS NÍVEIS GLICÊMICOS E  
LIPIDÊMICOS DE RATOS**

**MICHEL CARDOSO DE ANGELIS PEREIRA**

**2007**

**MICHEL CARDOSO DE ANGELIS PEREIRA**

**EFEITO DAS FARINHAS DE POLPA DE CASCA DE BANANA E DO  
FERMENTADO DE QUEFIR NOS NÍVEIS GLICÊMICOS E  
LIPIDÊMICOS DE RATOS**

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

Orientadora:

Profa. Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007

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

Pereira, Michel Cardoso De Angelis

Efeito das farinhas de polpa e de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos / Michel Cardoso De Angelis Pereira. -- Lavras : UFLA, 2007.

132p. : il.

Orientadora: Maria de Fátima Piccolo Barcelos.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Quefir. 2. Farinha. 3. Banana. 4. Lipoproteínas. 5. Glicemia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 664.07

- 641.3

**MICHEL CARDOSO DE ANGELIS PEREIRA**

**EFEITO DAS FARINHAS DE POLPA DE CASCA DE BANANA E DO  
FERMENTADO DE QUEFIR NOS NÍVEIS GLICÊMICOS E  
LIPIDÊMICOS DE RATOS**

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

APROVADA em 06 de maio de 2007

Dra. Suely Gomes Tavares - UNIPAC

Dr. Adauto Ferreira Barcelos - EPAMIG

Dr. Raimundo Vicente de Sousa - UFLA

Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira - UFLA

Dra. Maria de Fátima Pícolo Barcelos  
UFLA  
(Orientadora)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

O amor é exercitado pelos impulsos do coração,  
onde o pensamento é apenas o intermediário desta  
manifestação sentimental.

Assim é a ciência, onde o conhecimento é o intermediário  
para aquele que a ama, e, se assim continuar entre  
os seres humanos, este conhecimento sempre  
será restaurado e melhorado por um outro louco apaixonado.

M. C. A. P.

**A Deus,**

às minhas filhas, Brenda e Brunna,

**DEDICO ESTE TRABALHO.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de conduzir este trabalho e pela agradável convivência entre todos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Às instituições: Escola Agrotécnica Federal de Barbacena (EAFB)–Barbacena-MG, Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC)–Barbacena-MG e Centro Universitário Formiguenses (UNIFOR)–Formiga-MG pelos apoios e confianças profissionais.

À Professora Maria de Fátima Pícolo Barcelos, o eterno agradecimento pelos ensinamentos, orientação, confiança e oportunidades concedidas por toda a pós-graduação.

Ao Professor Raimundo Vicente de Sousa, do Departamento de Medicina Veterinária, pelos conselhos, ensinamentos, amizade, confiança e as várias cooperações durante este trabalho.

À Professora Suely Gomes Tavares, pelo companherismo de trabalho e apoio em diversas situações profissionais e particulares.

À Professora. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira, pelo apoio, ensinamentos e confiança prestados durante o curso.

Ao Dr. Adauto Ferreira Barcelos, pela compreensão de “alguns incômodos” e participação nos trabalhos finais.

Aos meus pais, Gleisy e Fernando, que sempre lutaram incansavelmente para que um dia pudessem se orgulhar de algo.

À minha namorada Juciane de Abreu Ribeiro, pelos apoios particulares. Agradeço também não por ter compreendido minhas ausências e sim por ter

participado comigo nas principais etapas deste trabalho sem medir esforços, sem a qual este trabalho não teria tal validade.

Ao Professor José Maurício Schenedorf Ferreira da Silva, pelas idéias e sugestões ao início deste trabalho e por estar sempre disponível para os auxílios de sempre.

Ao amigo Prof. Paulo Roberto Correia Landgraf, pelos valiosos conselhos e apoios durante toda a graduação e pós-graduação.

Aos meus avós Maurício M. Cardoso, Jacira M. Cardoso e José Onofre Pereira “in memoriam” por terem sido pessoas de muito exemplo e apoio. E em especial a D. Dica que me apoiou profundamente quando mais precisei durante a execução deste trabalho.

Aos amigos Admilson José S. Braga, Alexsandro A. Braga, Dênnys Esper Correia Cintra, Enio Naves, Luciana Néri Nobre, Marcos Coelho Bissoli e Suely Andrade O. Baumgratz, pelos apoios, disponibilidade e acima de tudo, pela amizade que sempre serviu de estímulo para continuar nesta jornada.

Aos companheiros do Laboratório de Bioquímica Nutricional, Luiz Gustavo V. Cardoso, Marcelo Augusto M. Silva, Marcos Rogério V. Cardoso, Hessel M. Lima, Sueli Ciaboti e Andrelisa Lima, pelo companherismo e disponibilidade da ajuda.

À amiga de sempre Eliete Fernandes Flávio, pelos apoios, conselhos e bons exemplos de vida que sempre me disponibilizou.

Às técnicas de laboratório Cleusa, Sandra e Tina do DCA, pelos preciosos apoios técnicos.

Enfim, a todos aqueles que torceram e me apoiaram nesta caminhada.

## SUMÁRIO

	<b>página</b>
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
RESUMO GERAL.....	iv
GENERAL ABSTRACT.....	vi
CAPÍTULO 1: COMPOSIÇÃO E ATIVIDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DA FARINHA DE BANANA E DO QUEFIR.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
1.1 Objetivo Geral.....	4
1.2 Objetivos específicos.....	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Composição nutricional da banana e sua utilização como matéria-prima na elaboração de farinhas.....	5
2.2 Índice glicêmico e carga glicêmica dos alimentos.....	8
2.2.1 Influência do tipo de carboidrato e da dieta nos níveis glicêmicos.....	10
2.2.2 Fibras nos alimentos e suas importâncias fisiopatológicas.....	12
2.2.3 Formação de amido resistente e sua influência na glicemia.....	14
2.3 Influência do índice glicêmico na atividade física.....	17
2.4 Influência do índice glicêmico na obesidade e diabetes.....	18
2.5 Influência do índice glicêmico nas doenças cardiovasculares.....	20
2.6 Importância dos taninos na dieta.....	22
2.7 Probióticos, prebióticos e simbióticos.....	24
2.7.1 Quefir (Kefir).....	26
2.7.1.1 Estrutura e composição química dos grãos e fermentado de quefir.....	27
2.7.1.2 Composição microbiológica dos grãos de quefir.....	28
2.7.1.3 Utilizações funcionais do quefir.....	34
2.7.1.4 Preparo do Quefir.....	36
2.8 Transporte e metabolismo dos lipídios plasmáticos.....	37
<u>3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	41

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FARINHAS DE BANANA E SEUS EFEITOS NA GLICEMIA DE RATOS .55

RESUMO.....	56
ABSTRACT .....	58
1 INTRODUÇÃO .....	60
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	62
2.1 Aquisição da matéria-prima e produção da farinha da polpa e da casca de banana .....	63
2.2 Rendimento das farinhas.....	64
2.3 Análises químicas .....	64
2.4 Ensaio in vivo .....	66
2.4.1 Análises dos níveis glicêmicos .....	68
2.4.2 Avaliação da curva glicêmica e do índice glicêmico (IG).....	68
2.5 Análise estatística .....	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
3.1 Rendimento das farinhas.....	70
3.2 Análises químicas das farinhas .....	72
3.2.1 Composição centesimal das farinhas .....	72
3.2.2 Fibra alimentar .....	73
3.2.3 Minerais.....	77
3.2.4 Taninos .....	80
3.3 Glicemia de jejum e pós-prandial .....	82
4 CONCLUSÕES.....	91
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92

CAPÍTULO 3: EFEITO DO FERMENTADO DE QUEFIR ASSOCIADO A FARINHA DA POLPA E DA CASCA DE BANANA NOS LIPÍDIOS SÉRICOS DE RATOS.....99

RESUMO.....	100
ABSTRACT .....	102
1 INTRODUÇÃO.....	104
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	106
2.1 Cultivo da suspensão de quefir .....	106
2.2 Produção da farinha da polpa e da casca de banana.....	106
2.3 Ensaio in vivo e composição da dieta .....	106

2.4 Controle da ingestão alimentar e desenvolvimento ponderal .....	110
2.5 Análise estatística.....	112
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	113
3.1 Consumo alimentar, ganho de peso e coeficiência de eficácia alimentar ....	113
3.2 Influência da dieta nos níveis de lipídios plasmáticos .....	114
4 CONCLUSÕES .....	122
<u>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	123
ANEXOS .....	127

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1:

TABELA 1 Microflora dominante encontrada em grãos de quefir com algumas características.....	32
--	----

### CAPÍTULO 2:

TABELA 1. Composição das cinco dietas caracterizadas pela substituição do amido pelas farinhas com suas diferentes concentrações e oferecidas aos animais experimentais (g/kg).....	67
TABELA 2. Rendimento médio (%) das farinhas da polpa e da casca de banana prata no estágio de maturação 3.....	71
TABELA 3. Composição centesimal das farinhas da polpa e da casca de banana prata no estágio de maturação 3.....	72
TABELA 4. Valores médios e desvio padrão de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra alimentar insolúvel (FI) encontradas nas farinhas da polpa e da casca de banana pelo método enzimático-gravimétrico.....	74
TABELA 5. Valores médios de minerais em mg/100g encontrados nas amostras farinha da polpa e farinha da casca de banana.....	77
TABELA 6. Percentual da Ingestão Diária Recomendada (DRI) de minerais encontrados nas amostras farinha da polpa e farinha da casca de banana em relação a 100 g para um adulto saudável.....	79
TABELA 7. Média e desvio padrão do teor de taninos nas farinhas da polpa e da casca de banana.....	80
TABELA 8. Média e desvio padrão dos valores de índice glicêmico obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana.....	86

### CAPÍTULO 3:

TABELA 1. Composição das cinco dietas caracterizadas pelos diferentes tratamentos oferecidas aos animais experimentais.....	108
TABELA 2. Valores médios diários de consumo das dietas (CMD), ganho de peso (GMD) e coeficiente de eficiência alimentar (CEA) dos animais durante os 42 dias de experimento.....	113

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1:

- FIGURA 1 Grãos de Quefir retirados do processo fermentativo (Fonte: Hispalab webCounter, 2007)..... 27
- FIGURA 2. Microscopia de varredura de grãos de quefir. A figura apresenta um conjunto geral de bactérias (bastonetes) e de leveduras (esferas), juntamente com a matriz secretada de polissacarídeos insolúveis (Fonte: Silva & Anfiteatro, 2004)..... 30

### CAPÍTULO 2:

- FIGURA 1 Esquema das principais etapas do experimento ..... 62
- FIGURA 2 Ilustração das farinhas da polpa (A) e da casca (B) de banana ..... 70
- FIGURA 3 Valores médios (mg/dL) da glicemia de jejum dos animais que consumiram dietas com adição das farinhas da casca e da polpa de banana. .... 83
- FIGURA 4 Valores médios da glicemia (mg/dL) pós-prandial dos animais que consumiram dieta padrão (GC) e dietas com adição de farinha da polpa de banana nas concentrações de 7% (FP 7%), 10% (FP 10%) e 15% (FP 15%) e da casca de banana a 10% (FC 10%). .. 85

### CAPÍTULO 3:

- FIGURA 1 Diagrama das principais etapas do experimento ..... 109
- FIGURA 2 Níveis de colesterol total plasmático dos animais alimentados com farinha de banana e fermentado de quefir ..... 115
- FIGURA 3 Concentração de HDL-c nos diferentes grupos alimentados com dietas hipercolesterolêmicas, farinha de banana e fermentado de quefir ..... 118
- FIGURA 4 Efeito da farinha de banana e do fermentado de quefir nos níveis plasmáticos de VLDL-c. .... 119
- FIGURA 5 Efeito da farinha de banana e do fermentado de quefir nos níveis plasmáticos de triacilgliceróis ..... 120

## LISTA DE ABREVIATURAS

AR	Amido Resistente
CEA	Coefficiente de eficiência alimentar
CG	Carga Glicêmica
CMD	Consumo médio diário
FAT	Fibra alimentar total
FC	Farinha da casca de banana
FI	Fibra alimentar insolúvel
FP	Farinha da polpa de banana
FS	Fibra alimentar solúvel
GMD	Ganho médio diário
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade
IG	Índice Glicêmico
IDL-c	Lipoproteína de densidade intermediária
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade
Lp(a)	Lipoproteína A
VLDL-c	Lipoproteína de densidade muito baixa

## RESUMO GERAL

PEREIRA, Michel Cardoso De Angelis. **Efeito das farinhas de polpa de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos**. 2007. 132p. Tese – (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras–MG.<sup>1</sup>

As doenças crônicas não-transmissíveis estão sendo cada vez mais, relacionadas com a alimentação. Procurando aumentar as evidências científicas sobre o efeito benéfico do fermentado de quefir e da farinha da polpa e da casca de banana, este trabalho teve por objetivos estudar esses complementos alimentares para avaliar a possível redução da glicemia pós-prandial e dos lipídeos séricos em animais experimentais. Foram realizadas análises da composição centesimal das farinhas, seguindo-se os métodos propostos pela AOAC (1990), sendo, cinco repetições para cada análise das farinhas da polpa e da casca de banana prata. Para a avaliação do efeito do fermentado de quefir e das farinhas de banana nos lipídeos séricos, desenvolvimento ponderal, consumo de ração e coeficiente de eficácia alimentar, 35 ratos wistar albinos machos, pesando inicialmente 80g (n= 7/grupo), receberam inicialmente uma dieta hipercolesterolêmica durante 21 dias e após, foram tratados por mais 21 dias com farinha de banana, quefir e farinha de banana+quefir. As farinhas foram administradas nas concentrações de 1% de casca e 7% de polpa e o fermentado de quefir na concentração de 1,5ml/animal. Para as análises da glicemia pós-prandial, 30 ratos wistar albinos machos sadios, pesando inicialmente entre 180g (n= 7/grupo), receberam dietas com as farinhas da casca e da polpa da banana, seguindo-se os padrões da AIN-93M fazendo-se detrimento com o amido, sendo os grupos: controle, 7%, 10% e 15% de farinha da polpa e 10% de farinha da casca de banana. A análise da glicemia capilar foi realizada nos animais em jejum e após o consumo das distintas dietas durante 15 dias. A punção sanguínea foi verificada na calda dos animais, utilizando aparelhos e fitas Accu-Chek<sup>®</sup>. As análises estatísticas foram realizadas pelo método de Tukey, sendo os valores de  $p < 0,05$ , diferenças significativas. A farinha da polpa de banana apresentou consideráveis concentrações de fibra alimentar (3,77%) sendo ainda bem mais expressiva a concentração de fibra da farinha da casca (18,11%). Os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, extrato não nitrogenado e cinzas foram encontrados para a polpa e casca nas percentagens de 9,92 e 5,07%, 0,38 e 10,67%, 4,76 e 8,12%, 78,84 e 46,95%, 2,32 e 11,09% respectivamente. Os diferentes tratamentos não influenciaram no desenvolvimento ponderal, consumo de ração e coeficiente de eficácia alimentar dos animais. Nas concentrações utilizadas, a farinha de banana não influenciou

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Orientadora), Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA, Raimundo Vicente de Sousa – UFLA.

os lipídeos plasmáticos. O fermentado de quefir reduziu os níveis plasmáticos de VLDL-c e triacilgliceróis e elevou os níveis de HDL-c, o que reforça os seus efeitos benéficos na prevenção de doenças cardiovasculares. Nos tratamentos com as farinhas para verificar a resposta glicêmica, todos os tratamentos apresentaram glicemia inferior quando comparados ao grupo controle, entretanto, não foi significativo ao nível de  $p < 0,05$ . Conclui-se que o fermentado de quefir apresenta propriedades de auxílio na prevenção de doenças cardíacas coronarianas e a farinha de banana é uma excelente fonte de fibras, não interferindo na glicemia pós-prandial, o que pode ser viável para o planejamento dietético de atletas e disglucêmicos controlados.

## GENERAL ABSTRACT

PEREIRA, Michel Cardoso De Angelis. **Effect of banana pulp flour and banana skin flour and Kefir upon the glucemic and lipidemic levels of rats.** 2007, 132p. Thesis – (Doctorate in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras–MG.<sup>1</sup>

Non-transmissible chronic diseases have been more and more related to feeding. Seeking to increase the scientific evidence on the beneficial effect of kefir and of banana pulp and skin flour, this work intended to study those food complements to evaluate the possible reduction of post-prandial reduction and of serum lipids in experimental animals. Analyses of the centesimal composition of the flours were undertaken following the methods proposed by the AOAC (1990), namely, five replicates for each analysis of prata banana pulp and skin flours. For the evaluation of the effect of kefir and of banana flours on the serum lipids, ponderal development, food consumption and food efficacy coefficient, 35 Wistar albinic, male rats, weighing initially 80g (n= 7/group), were given at first a hyper cholesterolemic diet for 21 days and afterwards, they were treated for further 21 days on banana flour, kefir and banana flour +kefir. The flours were given in the concentrations of 1% of skin and 7% of pulp and kefir in the concentration of 1.5ml/animal. For the post- prandial glucemic analyses, 30 healthy albinic, male Wistar rats, weighing initially between 180g (n= 7/group), were given diets with the banana skin and pulp following the AIN-93M standards, causing detriment to starch, the groups being: control, 7%, 10% and 15% of pulp flour and 10% of banana skin flour. The analysis of capilar glucemia was performed in fasting animals and after consumption of the different diets for 15 days. The blood puncture was verified in the tail of the animals by utilizing both apparatuses and tapes Accu-Chek<sup>®</sup>. The statistical analyses were proceeded by the Tukey method, the values of  $p < 0.05$  being significant differences. Banana pulp flour presented marked concentrations of food fiber (3.77%), the concentration of fiber of banana skin flour (18.11%) being still much more expressive. The values of moisture, ether extract, protein, nitrogen-free extract and ashes were found for both pulp and skin in the percentages of 9.92 and 5.07%, 0.38 and 10.67%, 4.76 and 8.12%, 78.84 and 46.95%, 2.32 and 11.09% respectively. The different treatments did not influence the ponderal development, food consumption and food efficacy coefficient of the animals. In the utilized concentrations, banana flour did not influence the plasma lipids. Kefir reduced the plasma levels of VLDL-c and triacylglycerols and raised the HDL-c levels, which reinforces their beneficial

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Adviser), Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA, Raimundo Vicente de Sousa – UFLA.

effects in preventing cardiovascular diseases. In the treatments with the flours to verify the glucemic response, all the treatments showed lower glucemia as compared with that of the control group, nevertheless, it was not significant at the level of  $p < 0.05$ . It follows that Kefir presents properties of aid in the prevention of cardiac-coronarian diseases and banana flour is an excellent source of fibers, not interfering on the post-prandial glucemia, which may be viable for the dietary planning of athletes and controlled non-glucemic persons.

## **CAPÍTULO 1**

### **COMPOSIÇÃO E ATIVIDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DA FARINHA DE BANANA E DO QUEFIR**

## **1 INTRODUÇÃO GERAL**

As doenças crônicas não-transmissíveis como câncer, doenças cardíacas coronarianas, diabetes, entre outras, são as principais causas de morte no mundo. Essa situação, cada vez mais alarmante vem demonstrando a necessidade de investimentos com a prevenção dessas e demais patologias, o que resulta em melhor qualidade de vida para os indivíduos e maior economia para as instituições de saúde, tanto privadas como as governamentais.

Por outro lado, as pesquisas sobre aproveitamento de alimentos estão sendo cada vez mais exploradas devido às dificuldades econômicas que o país vem enfrentando e, por cima de tudo, ocorre uma grande preocupação com a qualidade nutricional dos mais variados produtos.

Os alimentos ou substâncias funcionais possuem propriedades terapêuticas e/ou de auxílio na prevenção de patologias. Porém, o principal empecilho para o acesso da população em geral é que na sua maioria são produtos com grande valor agregado. Esse fato justifica ainda mais buscar alimentos que sejam de fácil acesso pela população carente, que possam auxiliar na prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis e ser suprimento de nutrientes.

O Brasil se destaca como o segundo maior produtor de banana do mundo. Entretanto, sofre grandes perdas econômicas devido à alta perecibilidade do fruto, podendo chegar a 40% de perdas, fato este que vem estimulando em grande escala a produção e/ou aperfeiçoamento de técnicas para elaboração de produtos desenvolvidos, usando a banana como matéria-prima, sendo esta uma fruta nutritiva e que se destaca por ser rica em carboidratos complexos como as fibras, amidos digeríveis e amido resistente.

A banana verde é mais utilizada para a obtenção da farinha do que a banana madura, devido esta última estar sujeita às reações de oxidação, inversão de açúcares e caramelização.

Outra alternativa que vem sendo destacada como grande desafio para os estudiosos da área, é a utilização dos complementos alimentares de aglomerados ou fermentados de microorganismos para tratamento de diversas patologias, entre elas as doenças do trato digestório, dislipidemias e as disglucemias.

O quefir é um conjunto simbiótico de aproximadamente 30 bactérias e leveduras mantidas em coexistência através de polissacarídeos secretados pelas mesmas e cuja fermentação láctica resulta em uma solução probiótica levemente ácida contendo compostos aromáticos, gás carbônico e etanol. A ingestão do quefir contendo certa quantidade de microorganismos viáveis apresenta propriedades probióticas, sendo capaz de exercer efeitos benéficos à saúde, independente da nutrição básica (Saloff-Coate, 1986; Diplock, 1988, Kolling & Richards, 2004).

O consumo de farinhas pela população é uma das alternativas econômicas de manutenção ou recuperação parcial do estado nutricional, principalmente de crianças. Entretanto, muitos alimentos e substâncias de origem alimentar vêm sendo utilizados de forma popular com relatos de benefícios para a saúde sem nenhuma ou pouca evidência científica o que incentiva a cada vez mais as pesquisas na área das ciências dos alimentos e da nutrição.

### **1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho teve por objetivo estudar a composição química e o efeito das farinhas da polpa e da casca de banana associadas ou não ao fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Elaborar as farinhas de banana prata (polpa e casca) em estágio de maturação 3 e caracterizar sua composição química;
- Avaliar o consumo das farinhas de banana sobre a glicemia de ratos;
- Determinar o índice glicêmico da dieta contendo a farinha da polpa e farinha da casca de banana como parte do total dos carboidratos na mesma;
- Avaliar as farinhas com o fermentado de quefir no consumo de dieta, desenvolvimento ponderal e coeficiente de eficácia alimentar de ratos;
- Determinar a ação de dietas hipercolesterolemiantes contendo farinhas de banana (polpa e casca) associadas ou não ao fermentado de quefir no controle da lipidemia de ratos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Composição nutricional da banana e sua utilização como matéria-prima na elaboração de farinhas

A banana, *Musa spp.* é plantada em todas as regiões tropicais úmidas, sendo a quarta fruta mais cultivada no mundo. É a mais conhecida e consumida (Califórnia Rare Fruit Growers, 2004). É ofertada no mercado interno em quantidade e qualidade de janeiro a dezembro, podendo ser consumida em até 25 dias após sua colheita, dependendo das condições de transporte, armazenamento e comercialização (Torres et al., 2005).

Entre as principais características que evidenciam o valor desta fruta pode se citar: cultivo simples e vida econômica, que oscila de cinco a dez anos; colheita após o primeiro ano; colheita permanente durante o ano, sem grandes diferenças de volume e; fruta bastante nutritiva e de paladar agradável (M. Neto et al., 1998).

A cultura da bananeira é de grande importância econômica e social para o Brasil, que é o segundo maior produtor mundial, sendo superado apenas pela Índia (FAO, 2005). Nos últimos anos, motivada pela ampliação do mercado consumidor, tem ocorrido a expansão da cultura em vários estados brasileiros, principalmente em pólos de fruticultura irrigada da Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Norte e São Paulo. Este fato vem causando uma grande procura por mudas de alta qualidade genética e fitossanitária, visando a produção de frutos de qualidade (Oliveira et al., 2001).

Embora a banana seja um produto relativamente barato, é em geral consumida longe dos locais de produção. Tal fato onera seu preço pelos custos de embalagem, conservação e transporte (Campos et al., 2003).

Segundo Botrel et al. (2001) e FAO (2004), o Brasil apresenta um consumo per capita anual de 40 kg de banana e exporta apenas cerca de 1% do total cultivado. Isso se deve à baixa de qualidade do produto, à obtenção de melhor qualidade por outras regiões produtoras do mundo, bem como pelo alto índice de perdas na produção.

A industrialização é, sem dúvida, uma grande alternativa para o aproveitamento integral da banana, podendo ser ela utilizada como compotas, banana-passa, farinha, licor, geléia, além do purê e seus derivados. Para tanto, ante as possibilidades de industrialização, a farinha de banana já mostrou ser um empreendimento bastante promissor devido sua grande viabilidade, podendo ser utilizada em panificação, produtos dietéticos, alimentos infantis e até como ração animal (M. Neto et al., 1998; Lajolo & Menezes, 2006).

A casca da banana representa cerca de 47 a 50% em peso da fruta madura mas, até o presente momento, não têm tido aplicações de ordem industrial, sendo esporadicamente utilizada, de forma direta, na alimentação animal, porém em escala reduzida (Travaglini et al., 1993).

Os diversos produtos desidratados obtidos da banana possuem características que dependem do estágio de maturação e da técnica de secagem ou desidratação utilizada. As farinhas constituem produtos obtidos de secagem natural ou artificial de banana verde ou semi-verde (Loures et al., 1990).

Para a obtenção da farinha de banana dá-se preferência aos frutos mais ricos em amido e os cachos devem ser colhidos antes do início da maturação, quando se verifica a transformação do amido em açúcares. A banana verde é mais utilizada para a obtenção da farinha, devido esta última estar sujeita às reações de oxidação, inversão de açúcares e caramelização. A composição da farinha de banana é de 8 a 12% de umidade; 56 a 70% de amido; 3,5% de proteína; 1,5% de matéria graxa; 2,0% de açúcares redutores; 3,5% de cinza (Oliveira, 1997).

De acordo com Simmonds (1982), a banana é essencialmente um alimento adocicado e de fácil digestão, apresentando uma digestibilidade de 54 a 80% quando fruta madura. Em frutas verdes há maior quantidade de amido e menos açúcares que nas frutas maduras, tendo em peso seco cerca de 27% de carboidratos totais. Os componentes voláteis presentes na banana são os responsáveis pelo aroma que, juntamente com a cor e o sabor contribuem decisivamente para a boa qualidade e aceitação do produto.

Uma banana pesa em média 100 a 125g, sendo que cerca de 21g de matéria seca é utilizável. Deste total 17,8g são constituídas quase totalmente por materiais hidrocarbonados: amido, dextrose, levulose e sacarose que aparecem durante a maturação e variam segundo o estado de amadurecimento do fruto. A banana é constituída de 75,6% de água; 22,2% de carboidratos (principalmente açúcares), 1,2% de proteína; 0,2% de gordura e 0,8% de cinza, com um total de 95% de calorías (Nucci, 1981). O processo de amaciamento da banana durante o amadurecimento é em grande parte devido à degradação do amido (Lajolo & Menezes, 2006).

A banana apresenta consideráveis concentrações de amido resistente (AR) (3,75%), sendo a banana verde ainda mais rica (7,31%). Outros alimentos que também são consideráveis fontes de AR são: Aveia 1,1%, trigo integral 1,7%, Batata cozida 0,4% e Mandioca frita por 15 minutos (1,31%) (Lajolo & Menezes 1998; Menezes & Lajolo, 2000). A banana “in natura” contém 1,7% de fibras totais, sendo 0,5% de fibras solúveis e 1,2% de fibras insolúveis (Márquez, 2001). Na farinha da polpa da banana verde se encontra por volta de 2,01% de fibras totais (Torres et al., 2005).

Em pós instatâneos de banana verde foram encontrados 23,7% de amido total e 2,05% de A.R. (Pacheco-Delahaye et al., 2004).

## **2.2 Índice glicêmico e carga glicêmica dos alimentos**

O conceito de índice glicêmico (IG) é baseado na resposta da glicose sanguínea após ingestão de uma mesma quantidade de carboidrato proveniente de alimentos diferentes e suas possíveis implicações para saúde, desempenho e bem-estar (Arvidsson-Lenner et al., 2004). O IG é dado como a relação entre o nível glicêmico provocado pela quantidade fixa de um determinado alimento teste e o nível glicêmico provocado pela mesma quantidade de um alimento padrão, em uma mesma pessoa. Matematicamente, é definido como a relação das áreas abaixo da curva de resposta glicêmica desses alimentos (Chulup et al., 2004).

Normalmente é solicitado aos voluntários que mantenham uma rotina semelhante nos dias próximos dos testes (Jenkins et al., 2002), além de ser requisitado a eles que evitem atividade física e consumo de bebidas alcoólicas, e mantenham sua ingestão habitual nos dois dias que precedem o dia do teste (Flint et al., 2004; Díaz et al., 2005).

Inicialmente, o alimento de referência utilizado era a glicose, porém mais recentemente, passou a ser o pão branco. A área glicêmica após o consumo do alimento teste é expressa como uma porcentagem do alimento de referência (Jenkins et al., 2002). O índice glicêmico do alimento de referência é igual a 100 (Jones, 2002).

A quantidade de carboidratos contida no alimento teste deve ser a mesma quantidade de carboidrato contida no alimento de referência (Jenkins et al., 2002). De acordo com Jones (2002), a quantidade de carboidrato disponível no alimento é geralmente igual a 50 gramas, o que pode ser confirmado em trabalhos realizados por Jenkins et al. (2002), Flint et al. (2004) e Ramdath et al. (2004), apesar de Foster-Powell et al. (2002) afirmarem que o conteúdo de carboidrato disponível pode ser 50 ou 25 gramas.

O intervalo de tempo estabelecido para o consumo dos alimentos, tanto o alimento teste quanto o alimento de referência, varia de 10 a 15 minutos (Jenkins et al., 2002; Carreira et al., 2004; Ramdath et al., 2004; Flint et al., 2004).

Para elaborar a curva glicêmica são necessárias amostras de sangue, com a finalidade de fornecer valores da glicemia. Estas amostras podem ser de origem capilar ou venosa. Após a elaboração da curva glicêmica é possível calcular o índice glicêmico dos alimentos testados a partir do aumento na área da curva glicêmica. Segundo a FAO/WHO (1998) o índice glicêmico pode ser determinado aritmeticamente pela seguinte equação:

$$\text{Índice Glicêmico} = \frac{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento teste)}}{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento de referência)}} \times 100$$

Apesar de ser possível calcular o índice glicêmico dos alimentos de acordo com o aumento que provocam na área da curva glicêmica, a aplicabilidade do índice glicêmico em refeições mistas tem sido discutida por décadas (Flint et al., 2004). De acordo com a FAO/WHO (1998), o índice glicêmico de uma refeição mista pode ser predito pela seguinte equação:

$$\text{Índice Glicêmico} = \text{IG}_A \times \frac{g_A}{g} + \text{IG}_B \times \frac{g_B}{g} \dots$$

Onde,  $\text{IG}_A$  corresponde ao índice glicêmico do componente A,  $g_A$  corresponde à quantidade de carboidrato disponível, em gramas, no componente A, e  $g$  corresponde à quantidade total de carboidrato disponível, em gramas, na refeição. A fonte dos valores de índice glicêmico a serem utilizados na fórmula deve ser a Tabela Internacional de Índice Glicêmico e Carga Glicêmica, elaborada por Foster-Powell et al. (2002).

Em 1997 o conceito de carga glicêmica foi introduzido por pesquisadores da Universidade de Harvard para quantificar a resposta glicêmica de uma porção de alimento (Foster-Powell et al., 2002), e a demanda de insulina da refeição (Jenkins et al., 2002). A carga glicêmica de um alimento pode ser calculada pela multiplicação da quantidade de carboidrato contida em uma porção do alimento pelo índice glicêmico do alimento (com a utilização da glicose como alimento de referência), sendo então dividido por 100. Esta determinação pode ser representada pela seguinte equação:

$$\text{Carga Glicêmica} = \frac{\text{conteúdo de carboidrato (g)} \times \text{Índice Glicêmico}}{100}$$

### **2.2.1 Influência do tipo de carboidrato e da dieta nos níveis glicêmicos**

A dieta com baixo índice glicêmico (IG) e baixa carga glicêmica (CG) têm efeitos benéficos sobre vários aspectos metabólicos e fisiológicos envolvidos nas doenças crônicas não-transmissíveis (FAO/WHO, 1998; Ludwig, 2003; Chulup et al., 2004) e grande parte destes efeitos podem ser relacionados às dietas com carboidratos de lenta digestão, uma vez que os alimentos de baixo IG possuem elevado conteúdo desta fração. Algumas formas de amido são pouco digeridas pelo organismo humano; outras, inclusive, não são digeridas no intestino delgado (por exemplo: amido resistente). No intestino grosso estes carboidratos são fermentados, resultando na produção de vários compostos, sendo os ácidos graxos de cadeia curta em maior proporção. Estes compostos, além de fornecerem energia, estão envolvidos na prevenção e controle de doenças crônicas não-transmissíveis (WHO/FAO, 2003).

Em geral, alimentos com açúcar puro têm índice glicêmico muito alto. Batatas, cenoura e produtos de grão refinado tais como massa, arroz branco e

pão branco são os próximos mais altos. Já os produtos de grão não refinado tais como arroz e pão integral e cereais de grãos inteiros têm índices glicêmicos menores. Por outro lado, frutas e vegetais (exceto batata e cenoura) apresentam os mais baixos índices glicêmicos (Foster-Powell et al., 2002).

No caso de refeições mistas pode haver interação entre os macronutrientes. A proteína apresenta conhecido efeito insulínico, sendo assim, a refeição induz maior resposta insulínica, comparado com o efeito proporcionado pelos carboidratos quando ingeridos isoladamente, e as gorduras inibem o esvaziamento gástrico, o que promove absorção mais lenta dos carboidratos (Flint et al., 2004).

Diferenças no conteúdo de amilose e amilopectina também podem causar variações no índice glicêmico, porque a amilose é digerida mais lentamente que a amilopectina (Foster-Powell et al., 2002). A explicação para isso é que devido às ramificações da amilopectina, as enzimas de degradação que agem nas extremidades não-redutoras podem trabalhar simultaneamente em muitas extremidades, acelerando a conversão do polímero em monossacarídeo (Lehninger et al., 2007).

O conteúdo de fibras nos alimentos pode reduzir o índice glicêmico. Estudos detalhados demonstraram que a fibra viscosa adicionada em refeições de teste estabilizou as respostas de glicose, insulina e Peptídeo Inibitório Gástrico (PIG) quando tomada com uma carga de glicose e diminuiu o pico da glicemia e a hemoconcentração, avaliada pelo hematócrito (Shils et al., 2003). A  $\beta$ -glicana têm sido estudada em várias pesquisas da área de nutrição e dietética para avaliar a redução da glicemia entre outros benefícios para a saúde (Lim et al., 1992; Miller et al., 1993; De Sá et al., 1998; Manthey et al., 1999; Karam et al., 2001; Jenkins et al., 2002).

Outros fatores que podem influenciar o índice glicêmico são os diferentes ingredientes utilizados em dois alimentos semelhantes, variações no

tempo de cocção de alimentos similares e até mesmo diferenças no método utilizado no teste, como, por exemplo, diferentes métodos para obter amostras de sangue, sendo que as amostras de sangue capilar são preferíveis às amostras venosas por apresentarem menor variação no índice glicêmico de um mesmo alimento e menor variação entre os indivíduos, diferenças no período experimental e diferentes quantidades de carboidrato disponível nos alimentos, sendo que o carboidrato disponível é a soma do amido e dos açúcares e não inclui o amido resistente (Foster-Powell et al., 2002).

### **2.2.2 Fibras nos alimentos e suas importâncias fisiopatológicas**

Consideram-se fibras da dieta todos os polissacarídeos vegetais da dieta (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas e mucilagens), mais a lignina, enfatizando que todos esses não são hidrolisados pelas enzimas do trato digestório humano (Nils-Georg, 1994; Costa et al., 1997; Cozzolino, 2006).

Segundo Lajolo & Menezes (2006), a fibra da dieta denominada também de fibra alimentar não pode ser tratada como única substância, pois ela é composta de diferentes polissacarídeos interligados entre si, formando uma rede tridimensional na presença de várias substâncias como proteína de parede celular, lignina, compostos fenólicos, fitatos, oxalatos entre outros.

As fibras insolúveis incluem a celulose, lignina e hemiceluloses e as principais fontes são arroz e trigo integral e suas funções são de diminuir o tempo de trânsito intestinal, aumentar o volume do bolo fecal, retardar a absorção de glicose, retardar a hidrólise do amido e não alteram a glicemia pós-prandial e nem o colesterol sanguíneo (Costa et al., 1997; Guerra et al., 2004).

As fibras solúveis incluem as pectinas, gomas e certas hemiceluloses e  $\beta$ -glucanas. São encontradas em frutas, aveia, cevada e leguminosas e suas principais funções são de aumentar o tempo de trânsito intestinal, diminuir o

esvaziamento gástrico, retardar a absorção de glicose, diminuir a glicemia pós-prandial e reduzir o colesterol sanguíneo (Costa et al., 1997; Guerra et al., 2004). Além disso, as fibras de uma forma geral são capazes de modular a atividade metabólica da microbiota intestinal, influenciar na concentração de componentes tóxicos no lúmen do cólon e contribuir na manutenção do equilíbrio do ecossistema do intestino grosso e na integridade da mucosa intestinal (Kritchevsky, 2001).

De acordo com Derivi et al. (2002), a fração da fibra solúvel é apontada como responsável por diversos efeitos fisiológicos benéficos, entre eles a alteração da velocidade de difusão da glicose, desvio à formação de gel no lúmen intestinal, alteração na estrutura da mucosa intestinal com rarefação das criptas e vilosidades da mucosa intestinal e aumento da produção de mucina, que atua como uma barreira à absorção de glicose.

De acordo com Van Way (2000), as recomendações diárias de fibras para crianças encontram-se em torno do cálculo da idade mais 5g por dia (dos 2 anos aos 18 anos) e no caso dos adultos deve-se ingerir diariamente 20 a 35 g por dia.

A *Recommended Dietary Allowances* (RDA) recomenda ingestão de 12,5g de fibras para cada 1000 kcal ingeridas (Alvarenga, 1999).

O Food and Drug Administration, FDA, recomenda a proporção de fibras insolúveis para fibras solúveis na dieta, citado em Márquez (2001), numa relação de 70-75:30-25, ou seja, 70 a 75% de fibras insolúveis e 25 a 30% de fibras solúveis do total de fibras contidos na dieta.

### 2.2.3 Formação de amido resistente e sua influência na glicemia

O amido é o componente mais abundante da maioria dos alimentos, sendo responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados (Colonna et al., 1992; Lajolo & Menezes, 2006).

A definição de amido como um carboidrato nutricionalmente disponível é baseada na suposição de que suas macromoléculas formadoras, amilose e amilopectina que são evidenciadas após solubilização dos grânulos e separação, sejam facilmente hidrolisadas no trato intestinal, produzindo carboidratos de baixo peso molecular. As propriedades mais importantes com influência no seu valor nutricional incluem a taxa e a extensão da digestão ao longo do trato gastrointestinal e o metabolismo dos monômeros absorvidos. Entretanto a origem e as características do amido, bem como as condições de processamento a que são submetidos os produtos amiláceos, são de grande importância na alteração das taxas de hidrólise *in vivo* e *in vitro* (Colonna et al., 1992; Lobo & Lemos Silva, 2003).

O amido também é classificado em função da sua estrutura físico-química e da sua susceptibilidade à hidrólise enzimática. Segundo Englyst et al. (1992), de acordo com a velocidade com a qual o alimento é digerido *in vitro*, o amido divide-se em: rapidamente digerível, quando, ao ser submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em uma temperatura de 37°C, converte-se em glicose em 20 minutos; lentamente digerível, se, nas condições anteriores, é convertido em glicose em 120 minutos; e amido resistente (AR), que resiste à ação das enzimas digestivas.

O AR tem sido conceituado, em termos fisiológicos, como a soma do amido e dos produtos da sua degradação que não são digeridos e absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis. Deste modo, esta fração do amido apresenta comportamento similar ao da fibra alimentar e tem sido relacionada a

efeitos benéficos locais (prioritariamente no intestino grosso) e sistêmicos, através de uma série de mecanismos, entre eles a produção de ácidos graxos de cadeia curta (Langkilde et al., 2002; Lobo & Lemos Silva, 2003).

Existem quatro tipos de amido resistente, que são: o tipo 1, que representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, essencialmente devido às paredes celulares e proteínas, pertencendo a este grupo grãos inteiros ou parcialmente moídos de cereais, leguminosas e outros materiais contendo amido, nos quais o tamanho ou a sua composição impede ou retarda a ação das enzimas digestivas; o tipo 2, que se refere aos grânulos de amido nativo, encontrados no interior da célula vegetal, apresentando lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura cristalina de seus grânulos; o tipo 3, que consiste em polímeros de amido retrogradado (especialmente de amilose), produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização (Collona et al., 1992; Englyst et al., 1992; Champ et al., 2001) e o tipo 4, que é evidenciado quando o amido sofre modificações em sua estrutura química, como a substituição com grupamentos ésteres, fosfatos e éteres, bem como amidos com ligações cruzadas, sendo estes também resistentes à digestão no intestino delgado (Champ et al., 2001; Björk et al., 1989).

Técnicas analíticas com poder de resolução cada vez maior tornaram possível a utilização de medidas físicas como a difração de raios X para definir modelos distintos de difração para os diferentes tipos de amido. Os do tipo A são os mais termodinamicamente estáveis e característicos dos cereais. Os amidos que apresentam características intermediárias encontrados, por exemplo, na banana, na batata e nos demais tubérculos, são classificados como do tipo B; e finalmente os do tipo C são os encontrados nos legumes (Cozzolino, 2006).

O grânulo de amido, constituído por amilose e amilopectina, pode ser submetido ao processo de gelatinização, no qual durante o aquecimento em meio aquoso, os grânulos sofrem mudanças em sua estrutura, envolvendo a ruptura

das ligações de hidrogênio estabilizadoras da estrutura cristalina interna do grânulo, quando uma temperatura característica para cada tipo de amido é atingida (Lobo & Lemos Silva, 2003; Munhoz et al., 2004). Após a gelatinização do amido, quando a temperatura é reduzida, ocorre um rearranjo das moléculas por ligações de hidrogênio, fator que favorece a retrogradação do amido (Munhoz et al., 2004). De acordo com Fredriksson et al. (1998), Teixeira et al. (1998) e Thompson (2000), o alto conteúdo de amilose, armazenamento a baixas temperaturas e presença de outros componentes nos alimentos podem estar relacionados à retrogradação do amido. O amido retrogradado representa uma fonte significativa de amido resistente. A presença de amido resistente nos alimentos é um fator que pode interferir na resposta glicêmica de alguns alimentos.

Vários aspectos físico-químicos do amido podem afetar a sua digestibilidade em um alimento, e conseqüentemente, influenciar a resposta glicêmica. De um modo geral, os principais fatores que podem interferir no aproveitamento deste polissacarídeo incluem: a sua origem botânica, a relação amilose/amilopectina, o grau de cristalinidade, a forma física e o tipo de processamento do amido, assim como interações ocorridas entre esta substância e outros constituintes do alimento (Carreira et al., 2004; Lobo & Lemos Silva, 2003).

Durante o processamento e armazenamento, as mudanças ocorridas na estrutura do amido influenciam profundamente as suas propriedades funcionais e fisiológicas. A quantidade de água, o tempo e a temperatura de armazenamento são variáveis que influenciam no processo de cristalização e afetam diretamente os rendimentos do AR (Escarpa et al., 1996).

### **2.3 Influência do índice glicêmico na atividade física**

Os carboidratos e os lipídios são os principais substratos energéticos utilizados pelos músculos durante o exercício. As reservas de gordura são suficientes para muitos dias de atividade, porém as reservas de carboidrato (glicogênio muscular e hepático), normalmente, não superam as 2.000 calorias e podem ser depletados em menos de uma hora de exercício intenso (Macmillan, 2002). A disponibilidade dos carboidratos para o exercício pode ser otimizada através da manipulação do índice glicêmico. Estudos evidenciam que a composição da dieta e o intervalo até a atividade física podem afetar tanto a captação de glicose pelo músculo como a taxa de utilização do glicogênio muscular (Jose-Cunilleras et al., 2002; Siu & Wong, 2004).

Em estudo realizado por Febbraio et al. (2000), oito atletas do sexo masculino consumiram refeições com alto ou baixo índice glicêmico, ou placebo, antes da atividade física. Após o consumo, ficaram de repouso por 30 minutos até o início da atividade de ciclismo, a 70% do  $VO_{2máx}$  por 120 minutos. A ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico resultou em aumento na glicemia, comparada com a dos atletas que ingeriram os de baixo índice glicêmico e placebo, porém durante o exercício houve uma redução na glicemia, e os menores valores foram encontrados nos ciclistas que consumiram carboidratos de alto índice glicêmico. A insulinemia foi maior durante o período de repouso após a ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico, e a concentração de ácidos graxos livres foi menor durante o exercício, também nos atletas que consumiram carboidratos de alto índice glicêmico. A oxidação dos carboidratos foi maior durante o exercício, e houve maior tendência na utilização de glicogênio nos ciclistas que ingeriram carboidratos de alto índice glicêmico. Entretanto, não foi observada nenhuma diferença na performance entre os três tratamentos.

O tipo de carboidrato consumido também pode influenciar a síntese de glicogênio pós-exercício. A ingestão de carboidratos com alto índice glicêmico resulta em maiores níveis de glicogênio muscular após o exercício quando comparada com a mesma quantidade de carboidrato fornecida por alimentos de baixo índice glicêmico. Isto é explicado pelos níveis da glicemia e insulina gerados após o consumo de alimentos com alto índice glicêmico, que favorecem o transporte da glicose até o interior das células e ativam a enzima glicogênio sintetase, produzindo um maior e mais rápido armazenamento de glicogênio muscular (Kiens et al., 1990; Burke et al., 1993; Jozsi et al., 1996).

#### **2.4 Influência do índice glicêmico na obesidade e diabetes**

Desde o princípio, um dos assuntos mais pesquisados a respeito do índice glicêmico é o diabetes, o qual está intimamente ligado a outros fatores também relacionados ao índice glicêmico, como a obesidade e a síndrome metabólica.

O índice glicêmico tem sido constantemente relacionado à obesidade e redução de peso. Em crianças obesas o consumo *ad libitum* de dietas com baixo índice glicêmico tem sido associado a uma maior redução no índice de massa corporal (Foster-Powell et al., 2002). Esta redução no índice de massa corporal pode estar relacionada a uma maior saciedade provocada por alimentos de baixo índice glicêmico. Os alimentos com alto índice glicêmico aumentam os níveis de insulina, o que estimula a fome e favorece a deposição de gordura (Jones et al., 2002).

A obesidade é comumente associada a um conjunto de doenças metabólicas, como hipertensão, aterosclerose, dislipidemias e diabetes tipo 2 (Pereira et al., 2003). A resistência à ação da insulina no tecido e os níveis elevados de insulina plasmática em jejum são alterações bastante comuns em

indivíduos obesos, e parecem ser os primeiros sinais para o desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2. Nos indivíduos obesos, devido à resistência à insulina, as células  $\beta$ -pancreáticas aumentam a produção e a secreção de insulina como mecanismo compensatório, enquanto a tolerância à glicose parece normal. Este estado permanece até que se observa uma redução na secreção de insulina e, conseqüentemente, uma diminuição na tolerância à glicose (Oliveira et al., 2004; Lee et al., 2006).

Alguns estudos indicam não haver relação entre a ingestão de carboidrato e o desenvolvimento de diabetes tipo 2. Entretanto, um estudo realizado por Meyer et al. (2000), mostrou uma relação direta entre o consumo de glicose e frutose e o risco de desenvolver diabetes tipo 2, enquanto no mesmo estudo ficou evidenciada uma relação inversa entre o consumo de grãos integrais e o risco de diabetes.

Um estudo realizado com 12 indivíduos com diabetes tipo 2 mostrou que dietas com baixo índice glicêmico reduziram a hemoglobina glicosilada e a área da curva glicêmica (Jones, 2002), enquanto, segundo Jiménez-Cruz et al. (2003), o consumo de alimentos com baixo índice glicêmico durante 6 semanas foi eficaz na redução da hemoglobina glicosilada e do peso corporal.

Existem dados evidenciando que o consumo de alimentos com baixo índice glicêmico reduz as complicações causadas pelo diabetes tipo 2. Em um estudo com 50 indivíduos recentemente diagnosticados com diabetes tipo 2, o grupo que recebeu dieta com baixo índice glicêmico e ingeriu mais fibras, obteve uma maior redução nos níveis de colesterol sérico. Em outro estudo, com 20 pacientes com diabetes tipo 2, os níveis de LDL-c e apolipoproteína-B (apo-B) reduziram mais nos indivíduos que consumiram dietas com baixo índice glicêmico do que nos que consumiram dietas com alto índice glicêmico (Jones, 2002).

Alguns estudos também apontam um possível benefício do uso de alimentos com baixo índice glicêmico por diabéticos do tipo 1 (Jones, 2002). Foram estudadas variações do índice glicêmico em 2810 pacientes europeus com diabetes tipo 1. Foram investigadas possíveis relações entre a hemoglobina glicosilada, as concentrações de lipídios séricos e o índice glicêmico. O índice glicêmico foi calculado a partir de um recordatório de 72 horas obtido dos participantes. O índice glicêmico das dietas dos pacientes foi positivamente relacionado aos níveis de hemoglobina glicosilada. Nos pacientes que consumiram dietas com menor índice glicêmico, a hemoglobina glicosilada foi 11% menor do que nos pacientes que consumiram dietas com índice glicêmico mais elevado. Foi observada também, uma melhora nas concentrações dos lipídios séricos. Com o consumo de dietas com baixo índice glicêmico foi evidenciada uma elevação nos níveis de HDL-c (Rizkalla et al., 2002; Jones, 2002). Fontvielle et al. (1998), identificaram que pacientes diabéticos tipo 1 que consumiram dietas com baixo índice glicêmico apresentaram um decréscimo no requerimento de insulina. Em estudo realizado por Gilbertson et al. (2001), crianças portadoras de diabetes tipo 1 que consumiram dietas com baixo índice glicêmico apresentaram melhores níveis de hemoglobina glicosilada e menos episódios de hiperglicemia, o que permite a associação entre dietas de baixo índice glicêmico e melhor qualidade de vida.

## **2.5 Influência do índice glicêmico nas doenças cardiovasculares**

As doenças cardiovasculares (DCV) constituem a principal causa de mortalidade nos países desenvolvidos e na maioria dos países em desenvolvimento (Mendes, 2003; Dauchet, 2006). Por outro lado, muitos estudos, principalmente epidemiológicos, vêm cada vez mais demonstrando que

o aumento do consumo de frutas e demais vegetais está relacionado com a redução de DCV (Dauchet, 2006).

Altos níveis de glicose e insulina pós-prandial estimulam a lipogênese hepática, baseada especialmente nos triacilgliceróis. Por este motivo alguns estudos têm investigado a eficácia de dietas com baixo índice glicêmico na redução dos lipídios séricos (Jiménez-Cruz et al., 2003). Mas, ainda pouco se sabe a respeito da quantidade e do tipo de carboidratos e o risco de doenças cardiovasculares (Liu et al., 2000).

Em estudo realizado por Liu et al. (2000), o aumento da carga glicêmica foi diretamente relacionado ao aumento do risco de doença cardiovascular, e a classificação dos carboidratos através do índice glicêmico, em oposição à classificação como simples e complexos, constituiu um melhor indicador do risco de doenças cardiovasculares.

Tavani et al. (2003) realizaram um estudo entre os anos de 1995 e 1999, com o objetivo de relacionar alimentos fontes de carboidratos, o índice glicêmico, a carga glicêmica e o risco de infarto agudo do miocárdio, em uma população com alto consumo de carboidratos refinados. Apesar de não ter sido encontrada relação entre o índice glicêmico, a carga glicêmica e o risco de infarto agudo do miocárdio nesta população, houve uma associação positiva entre o índice glicêmico e o infarto em subgrupos, principalmente, os mais idosos e os indivíduos que se encontravam com sobrepeso.

Segundo Jones (2002), alguns estudos têm identificado uma relação entre o consumo de dietas com baixo índice glicêmico e a redução dos níveis de colesterol total, LDL-c e triacilgliceróis, além de relacionar o consumo de dietas de baixo índice glicêmico e baixa carga glicêmica com a elevação da HDL-c, enquanto Jiménez-Cruz et al. (2003), afirmam que uma dieta com alta carga glicêmica aumenta o risco de desenvolver patologias coronarianas.

Em estudos realizados em indivíduos com diabetes tipo 2, foi observado que depois de 3 semanas consumindo dietas com baixo índice glicêmico, houve uma redução nos níveis de colesterol total e LDL-c (Jiménez-Cruz et al., 2003).

Outros fatores de risco coronariano parecem ser alterados por mudanças no índice glicêmico e carga glicêmica. O consumo de alimentos de baixo índice glicêmico por 4 semanas reduziu os níveis de Apo-B (Jones, 2002).

## **2.6 Importância dos taninos na dieta**

Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas (Norzella, 2001).

Os taninos são classificados em dois grupos: 1) taninos hidrolisáveis, que, após hidrólise, produzem carboidratos e ácidos fenólicos; e 2) taninos condensados ou não hidrolisáveis, que são resistentes à hidrólise que são oligômeros dos grupos flavan-3-ols ou flavan 3,4-diols (Norzella, 2001).

Spencer et al. (1998) descrevem que a estrutura e propriedade dos polifenóis são importantes para a formação do complexo tanino-proteína, sendo que três características devem ser consideradas:

1 – tamanho da molécula: moléculas maiores são mais eficazes na associação com proteínas;

2 – conformação flexível: quando a molécula sofre retração, facilita a ligação do polifenol a sítios das proteínas;

3 – solubilidade: uma relação inversa existe entre a força de associação com a proteína e a solubilidade em água do polifenol, com isso, baixa solubilidade favorece fortemente esta associação.

Os mecanismos diretos de interação entre compostos fenólicos e minerais não estão bem estabelecidos. Sabe-se que o efeito adstringente dos

taninos está relacionado com sua capacidade de precipitar proteínas e dessa forma poderia, indiretamente, diminuir a absorção de minerais (Cozzolino, 2006).

De acordo com Spencer et al. (1998), o tanino presente na banana varia de acordo com as condições fisiológicas e outros fatores. O teor de tanino na casca é de 20% até 47%. O tanino presente na fruta pode afetar sua cor e o sabor e na banana é responsável por um certo grau de adstringência em frutas verdes. Porém, com o amadurecimento da fruta, este composto é reduzido em quantidade, havendo perda de adstringência, o que torna a fruta mais saborosa.

O teor de tanino na farinha de banana é encontrado em maior proporção na casca de banana verde e em quantidade menor na polpa. O processo de maturação da fruta faz com que o teor de tanino diminua, chegando em alguns cultivares, quando muito maduros, a quase desaparecer (Martinez & Moyano, 2003; Oliveira, 1997).

Um dos métodos básicos de eliminação de taninos em vegetais seria a remoção física por extração ou moagem, através do uso de solução aquosa de álcalis, álcool ou mesmo água, na qual as plantas ou sementes são colocadas por algum tempo. A moagem das plantas ou sementes é um processo que pode auxiliar a extração dos taninos, antes do tratamento com líquido (Butler, 1989).

Marquéz & Lajolo (1990) observaram baixa digestibilidade (62,8%) e excreção fecal de nitrogênio superior a 30% em estudo realizado com ratos alimentados com feijão (*Phaseolus vulgaris*) autoclavado a 121°C por 30 minutos. Os autores atribuem esses resultados à provável ação de polifenóis, interação de fibras com a mucosa intestinal ou reações induzidas pelo aquecimento.

Rao & Deosthale (1982) estimaram o conteúdo de tanino em leguminosas submetidas à germinação, descorticação e cozimento. O método mais efetivo de remoção de tanino nas leguminosas foi a descorticação dos grãos

resultando em perda de 83 a 97% de tanino. Também foi observado liberação de tanino para o caldo durante o processo de cozimento.

## **2.7 Probióticos, prebióticos e simbióticos**

Probióticos são microorganismos vivos que ingeridos em determinadas quantidades, exercem efeitos benéficos, além dos relacionados aos efeitos nutritivos em geral. Os probióticos são comercializados em diferentes formulações, sendo a mais popular, o leite fermentado. As bactérias mais usadas como probióticos são os lactobacilos e outras bactérias do grupo (Trabulsi, 2000).

Segundo Fuller (1989), os probióticos são definidos como “um suplemento alimentar composto de micróbios vivos que afetam de modo benéfico o animal hospedeiro, melhorando o equilíbrio microbiano de seu ambiente intestinal” ou, segundo Havenaar (1992), num sentido mais amplo, uma “mono ou multicultura de microorganismos vivos que traz benefícios ao homem ou animais, melhorando as propriedades da microbiota nativa”.

As bactérias presentes nos probióticos, freqüentemente, colonizam o intestino e seu número aumenta. Também podem existir efeitos indiretos como a estimulação de outros lactobacilos, diferentes daqueles do probiótico administrado. Até um mesmo grupo de microorganismos não relacionados podem ser afetados como, por exemplo, *Saccharomyces cerevisiae* que induz aumento da contagem de bactérias anaeróbias no rúmen dos ruminantes. Também foram descritos efeitos inibidores sobre outros grupos de bactérias como coliformes, estreptococos, clostrídeo e contagem total de anaeróbios. O mecanismo causador destes efeitos inibidores não é bem conhecido atualmente, mas estudos interessantes sugerem que a concorrência por receptores de aderência no intestino talvez seja uma explicação possível (Fuller, 1998).

Segundo Schiffrin (2000), as ações de exclusão ou de antagonismo pelos probióticos contra os agentes patogênicos também poderiam depender da adesão, mas não da competição pelo mesmo receptor especificamente. Na verdade, uma vez associados à superfície do intestino, os probióticos poderiam produzir metabólitos que talvez impeçam o desenvolvimento de bactérias patogênicas. Existe evidência experimental de apoio ao argumento de que as substâncias antibacterianas produzidas pelas bactérias probióticas talvez também contribuam para seu efeito protetor *in vitro* e *in vivo*.

Já os prebióticos são componentes da dieta, fermentados especificamente, alvo das populações de bactérias intestinais consideradas benéficas para a saúde. Os prebióticos são “ingredientes não digeríveis dos alimentos que afetam o hospedeiro porque seu objetivo, seletivamente, é de modificar o crescimento e/ou a atividade de uma ou de um número de bactérias no colón tendo, assim o potencial de melhorar a saúde do hospedeiro” (Gibson & Collins, 1998).

Entre os principais prebióticos temos os oligossacarídeos que contêm frutose, como a oligofrutose e a inulina, têm o potencial de estimular as bifidobactérias do cólon a tal ponto que, depois de um curto período começam a predominar nas fezes (Gibson & Collins, 1998).

Mas, a lactulose e os fructooligossacarídeos são os prebióticos mais estudados e comercializados. O primeiro aumenta a atividade lactofermentativa de populações de *Lactobacillus*, e os fructooligossacarídeos estimulam o crescimento de *Bifidobacterium*. É interessante salientar que o desenvolvimento dos prebióticos veio da descoberta dos fatores “bifidus”, oligossacarídeos presentes apenas no leite humano que favorecem a multiplicação de *Bifidobacterium* de recém-nascidos amamentados no seio. Entre as principais fontes naturais de prebióticos (ou alimentos com propriedades prebióticas) estão a alcachofra, aspargo, banana, cebola e chicória (Pereira & Barcelos, 2003).

O conceito básico para simbióticos segundo Trabulsi (2000) seria: “os simbióticos são misturas de probióticos e prebióticos que afetam o hospedeiro de maneira benéfica”.

Uma proposta adicional é a utilização de simbióticos mediante a combinação de microorganismos probióticos com prebióticos, de tal forma que melhore a sobrevivência *in situ* dos primeiros. Isto deve melhorar enormemente a eficácia das bactérias vivas (p.ex., *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*).

### **2.7.1 Quefir (Kefir)**

O termo levedura, embora extensivamente utilizado na literatura científica, não representa uma designação taxonômica rigorosamente definida. De acordo com Lodder (1970), leveduras podem ser conceituadas como “microorganismos, nos quais a forma unicelular é conspícua e pertencem ao Reino Fungi”. Essa simples definição é talvez a única possível de englobar a grande diversidade de organismos classificados com o termo (Pereira, 1989).

Segundo Saloff-Coaste (1986), o quefir ou kefir é conhecido há muito na medicina caseira, onde os grãos de quefir são colocados para fermentar leite, água açucarada ou suco de frutas, em temperatura ambiente e por uma noite. É um conjunto de simbiótico de aproximadamente 30 bactérias e leveduras mantidas em coexistência através de polissacarídeos secretados pelas mesmas e cuja fermentação láctica resulta em uma solução probiótica levemente ácida contendo compostos aromáticos, gás carbônico e etanol.

O quefir possui propriedades probióticas, o que, conceitualmente, significa que sua ingestão contendo certa quantidade de microrganismos viáveis é capaz de exercer efeitos benéficos à saúde, independente da nutrição básica (Diplock, 1988).

### 2.7.1.1 Estrutura e composição química dos grãos e fermentado de quefir

São grânulos gelatinosos de 2 a 15mm de diâmetro que estão compostos por uma mescla de microorganismos agrupados de forma muito organizada (Kolling & Richards, 2004). Garrote Abraham & De Antoni (1997), observaram que os grãos de quefir têm uma estrutura similar a pequenos flóculos de couve-flor que variam de tamanho de 0,3 até 3,5 cm de diâmetro (Figura 1).



FIGURA 1 Grãos de Quefir retirados do processo fermentativo (Fonte: Hispalab webCounter, 2007).

Os grãos são compostos, na maioria das vezes, de proteínas e polissacarídeos, que se encontram dentro de uma microflora complexa. A composição química dos grãos de quefir é 890 a 900g/kg de água, 2g/kg de lipídeos, 30g/kg de proteína, 60g/kg de açúcares e 7g/kg de cinzas (Kolling & Richards, 2004).

Conforme Spreer (1991), estas formações têm estrutura de rede e apresentam uma proporção aproximada de extrato seco de 10%. O extrato seco é composto principalmente de carboidratos (56%) e de proteínas (32%).

As principais substâncias encontradas no fermentado de quefir são: ácidos orótico, cítrico, pirúvico, láctico, úrico, acético, propiônico, butírico e hipúrico, os quais são responsáveis pelas alterações no aroma das suspensões. Também são encontrados etanol, acetaldeído e diacetila. Dos compostos encontrados, o ácido láctico, orótico, cítrico, etanol e acetaldeído apresentaram aumento relevante ao vigésimo primeiro dia de cultivo. Outros ácidos orgânicos encontrados na bebida são o ácido fórmico, isobutírico, capríco, cáprico, caprílico, e láurico (Saloff-Coste, 1996). O dióxido de carbono, produzido por algumas bactérias lácticas heterofermentativas e por leveduras, é responsável pela gaseificação típica observada na bebida. Vitaminas do complexo B, como tiamina, riboflavina, niacina, pirodoxina, biotina e ácido fólico, além de vitamina K, cálcio, manganês, e aminoácidos, também constituem parte da suspensão probiótica. O etanol é, juntamente com o CO<sub>2</sub> e os compostos aromáticos, um dos ingredientes marcantes para o consumo do quefir. Seu teor varia em função do período e temperatura de fermentação permitidos, bem como das condições de produção, se predominantemente aeróbica ou anaeróbica (Silva & Anfiteatro, 2004).

#### **2.7.1.2 Composição microbiológica dos grãos de quefir**

De acordo com Garrote et al. (1997), a composição microbiológica dos grãos depende da região onde é feito. Várias leveduras e bactérias ácido-lácticas (LAB) têm sido descritas. Os microorganismos mais frequentemente encontrados são os homofermentativos e os heterofermentativos *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* e bactérias ácido-acéticas. Segundo Kosikowski & Mistry (1999), as superfícies dos grãos são frequentemente cobertas com um bolor branco, *Geotrichum candidum*, que aparentemente não causa prejuízos à qualidade do produto. Os grãos podem ser contaminados por coliformes, bacilos

e micrococcos que aceleram a degradação do produto. Staff (1998) observou que o ácido láctico exerce um efeito protetor, ou seja, inibe o desenvolvimento de muitos microorganismos que exercem alterações no leite e patógenos. No entanto, o baixo pH do meio não impede o crescimento de bolores contaminantes no produto que formam gás e alteram seu sabor e aroma.

Garrote et al. (1997) citam investigações sobre a distribuição da microflora dentro dos grãos de quefir através da microscopia eletrônica de transmissão (Figura 2), e observaram que a população das leveduras e lactobacilos não foi fortuitamente distribuída no grão. Lactobacilos estavam na periferia/ contorno do grão, enquanto que as leveduras estavam localizadas dentro dele.

As camadas periféricas dos grãos de quefir estão formadas por várias bactérias bacilares, porém, em direção ao centro são as leveduras os componentes mais importantes da microflora (Robinson, 1997).

Adams & Moss (1997) observaram que a parte externa dos grãos de quefir é lisa e está povoada por lactobacilos, enquanto que a parte interna dos mesmos é mais rugosa, contém uma população mista de leveduras e bactérias ácido-lácticas.

Veisseyre (1988) cita em seus estudos que lactobacilos hidrolisam a lactose em glicose e galactose e estes açúcares podem ser transformados em álcool por leveduras.

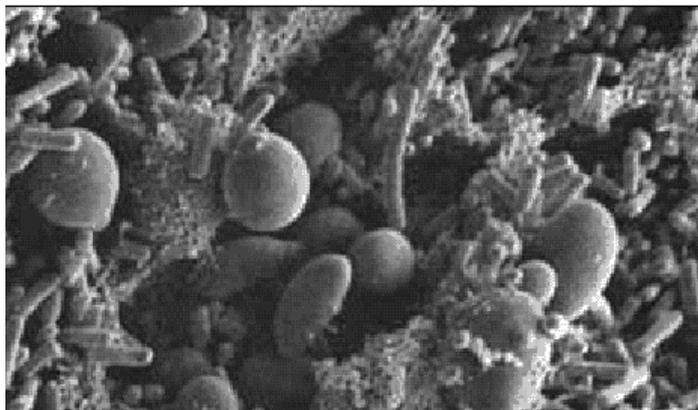


FIGURA 2. Microscopia de varredura de grãos de quefir. A figura apresenta um conjunto geral de bactérias (bastonetes) e de leveduras (esferas), juntamente com a matriz secretada de polissacarídeos insolúveis (Fonte: Silva & Anfiteatro, 2004).

O leite fermentado com grãos de Quefir contém o mesmo tipo de microorganismos que os isolados dos grãos de Quefir. O número de microorganismos no produto irá variar ao longo da fermentação, provavelmente, devido ao crescimento dos microorganismos no leite e às transferências das células crescendo no grão para o leite. A cinética do crescimento das leveduras mostra que depois de 30 horas a fase estacionária é alcançada, sendo que o número de UFC/mL neste estágio é  $10^6$  a  $10^7$ . Depois de 48 horas, lactococos e lactobacilos alcançarão a fase estacionária com a concentração final de  $10^9$  a  $10^{10}$  UFC/mL (Garrote et al.,1997).

Nos grãos de quefir existe uma simbiose entre as leveduras e as bactérias lácticas capazes de coagular e de transformar a lactose em ácido láctico, álcool e  $\text{CO}_2$  (Luquet, 1993).

Embora exista um conjunto populacional médio de 40 microorganismos em grãos de quefir, é conhecida hoje uma diversidade microbiológica superior a 70 cepas, dependendo do substrato e das condições de cultivo empregadas (Hallé

et al., 1994). Muitos desses organismos vivem em relação estrita de simbiose dependente, na qual a sobrevivência de uma cepa assegura a longevidade de outra. O produto final de variadas combinações microecológicas parece resultar na homeostasia funcional e probiótica dos grãos (Hallé et al., 1994). Além disso, parece ocorrer uma grande plasticidade na ocupação microbiana dos grãos, permitindo que uma mesma fonte de grãos possa variar seu teor endosimbiótico dependendo do substrato ou das condições de cultivo. Dessa forma, grãos cultivados previamente em leite podem ter sua composição microbiológica diversificada quando do cultivo posterior em água açucarada. A Tabela 1 apresenta as principais cepas encontradas em grãos de quefir e pertencentes a nove gêneros microbianos de bactérias mesófilas e termófilas, assim como de leveduras. No geral, estão distribuídos nos grãos uma média de 60-62 % de bacilos, 11-12 % de estreptococcus e 16-20 % de leveduras (Hallé et al., 1994).

TABELA 1 Microflora dominante encontrada em grãos de quefir com algumas características.

<b>BACTÉRIAS</b>	<b><i>Lactobacillus</i></b>
	<i>Lactobacillus casei</i> - homo-fermentativo (até 90% de produção de lactato)
	<i>Lactobacillus paracasei</i> - homo-fermentativo
	<i>Lactobacillus acidophilus</i> - homo-fermentativo
	<i>Lactobacillus hilgardi</i> - hetero-fermentativo (até 50% de produção de lactato)
	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> - homo-fermentativo
	<i>Lactobacillus quefiranofaciens</i> - produção de quefirano, interno
	<i>Lactobacillus quefir</i> - produção de quefirano, superficial
	<i>Lactobacillus caucasicus</i> - controle de microflora
	<i>Lactobacillus desidiosus</i> - ação em L-arabinose e gluconato
	<i>Lactobacillus brevis</i>
	<i>Lactobacillus cellobiosus</i>
	<i>Lactobacillus casei ssp. rhamnosus</i>
	<i>Lactobacillus casei ssp. alactosus</i>
	<i>Lactobacillus helveticus ssp. lactis</i>
	<b><i>Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis</i></b>
	<i>Lactobacillus lactis</i>
	<i>Lactobacillus fructivorans</i>
	<i>Lactobacillus quefirgranum</i>
	<b><i>Lactobacillus paraquefir</i></b>
	<i>Lactobacillus paracasei ssp. paracasei</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	
<b><i>Lactococcus</i></b>	
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> – ação primária sobre lactose	
<i>Lactococcus lactis ssp. diacetylactis</i>	
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	
<b><i>Leuconostoc</i></b>	
<i>Leuconostoc citrovorum</i> – ação primária sobre lactose	
<i>Leuconostoc cremoris</i>	
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides</i>	
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum</i>	
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i>	
<i>Leuconostoc lactis</i>	
<b><i>Acetobacter</i></b>	
<i>Acetobacter aceti</i> – produção de ácido acético	
<i>Acetobacter rasens</i>	

...Continua

Tabela 1: Cont...

<b>BACTÉRIAS</b>	<b><i>Streptococcus</i></b>
	<i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i> – ação primária sobre lactose
	<i>Streptococcus lactis</i>
	<i>Streptococcus lactis ssp. diacetylactis</i> – produção de diacetila
<b>LEVEDURAS</b>	<b><i>Kluyveromyces</i></b>
	<i>Kluyveromyces lactis</i>
	<i>Kluyveromyces marxianus ssp. marxianus</i>
	<i>Kluyveromyces bulgaricus</i>
	<i>Kluyveromyces fragilis</i>
	<b><i>Candida</i></b>
	<i>Candida quefir</i>
	<i>Candida pseudotropicalis</i>
	<b><i>Sacharomyces</i></b>
	<i>Sacharomyces quefir</i> – controle de leveduras exógenas
<i>Sacharomyces unisporum</i>	
<i>Sacharomyces torulopsis ssp. holmii</i>	
<b><i>Torula</i></b>	
<i>Torula quefir</i> – controle de leveduras exógenas	

Fonte: Silva & Anfiteatro (2004)

Os lactobacilos heterofermentativos obrigatórios constituem *Lactobacillus brevis* e *Lactobacillus kefir*. *Lactobacillus kefir* predomina na suspensão probiótica, e é responsável por mais de 80% do grupo dos lactobacilos ( $8 \times 10^8$  UFC/mL). Os demais lactobacilos são de metabolismo homofermentativo (70-90 % de ácido láctico como produto final), situando-se predominantemente no grão de quefir (90 %,  $10^9$  UFC/g). Apenas 20 % ( $2 \times 10^7$  UFC/mL) encontra-se na bebida fermentada (Sallof-Coste, 1996).

Lactococos propiciam o desenvolvimento de rápida acidez nas primeiras horas de fermentação, são inibidos por altos níveis de acidez e variam em teor na suspensão fermentada ( $10^8$  a  $10^9$  UFC/mL). Leuconostocos contribuem para o aroma e sabor do quefir. Bactérias produtoras de ácido acético (*Acetobacter sp.*) desempenham importante papel na manutenção da simbiose na microflora dos grãos, além de permitir a consistência e viscosidade características da bebida.

Leveduras, de modo geral, distribuem-se um pouco mais nos grãos ( $10^5$  a  $6 \times 10^7$  UFC/g) do que na bebida ( $2 \times 10^4$  a  $7 \times 10^5$  UFC/mL). A maior parte não utiliza a lactose como substrato fermentativo. As leveduras do quefir desempenham papel preponderante na simbiose dos microorganismos do grão, sendo também responsáveis pela produção de dióxido de carbono na bebida, e contribuintes para o aroma e sabor da mesma. As leveduras parecem ser necessárias para a produção de lactato no quefir, mas sua proporção frente às bactérias lácticas tem menos importância. Leroi & Courcoux (1996) verificaram não haver alteração no produto final com uma variação de 0,1 a 20 %, na razão de leveduras sobre bactérias iniciadoras das colônias.

### **2.7.1.3 Utilizações funcionais do quefir**

O quefir é uma bebida levemente ácida, com pH variando entre 4,2 a 5,5, ou menor, quando se é permitida a fermentação para as culturas por longos períodos ou com temperaturas otimizadas. O crescimento ideal de suas cepas depende da temperatura preferencial para as espécies presentes. Uma faixa média de temperatura para o cultivo situa-se entre 22 a 30 °C, dependendo das cepas de interesse para o crescimento.

O quefir tem sido utilizado para o tratamento de distúrbios do trato digestório como a intolerância a lactose e gastrite (Alm, 1982).

Cardoso et al. (2003) relatam em seus estudos, benefícios do consumo de quefir para o tratamento de obesidade, atividade imunomodulatória, antitumoral, anti-inflamatória e pró-digestiva. Os autores ainda demonstraram uma estimulação do peristaltismo em ratos consumindo diariamente quefir na dose de 1,5 mL (8,61g/kg) durante 15 dias.

Além de uma melhoria no metabolismo de carboidratos, o consumo de quefir parece estar também associado a um aumento na proteólise digestória.

Num estudo com ratos jovens Wistar, Vass et al. (1984) identificaram uma melhor digestibilidade de produtos à base de proteínas com dieta suplementada com iogurte e quefir, havendo conseqüente aumento de massa corporal por grama de proteína consumida pelos animais. Neste sentido, Sintsova (1991) também encontrou uma correlação direta entre a administração oral de quefir em pacientes com obesidade alimentar e o aumento da proteólise intragástrica. Loranskaia et al. (1986) apresentaram um valor positivo para o uso de quefir na função motora evacuatória de 253 pacientes submetidos à cirurgia de úlcera péptica.

O quefir também tem sido utilizado como barreira patogênica nas mais diversas formas de infecção bacteriana. Em 1980, Orlova et al., avaliando o efeito de dietas suplementadas com quefir em formulações comerciais na Hungria (Robolact® e Linolact®), verificaram significativa redução de infecções intestinais agudas em crianças daquele país, quando comparada à nutrição convencional. Os autores identificaram ainda uma diferença composicional relevante na microflora presente em ambos os grupos. Em uma avaliação *in vitro* da taxa de sobrevivência de *Salmonella* e de *Shigella* em produtos de fermentação láctea, Alm (1983) observou uma inibição do crescimento da primeira após uma hora em contato com quefir misturado a suco gástrico. Esse efeito, porém, desaparecia quando o quefir não era combinado ao suco gástrico, mostrando um aspecto sinérgico da microbiota exógena do quefir quando em contato com a microbiota humana.

#### **2.7.1.4 Preparo do Quefir**

Segundo alguns autores, há duas espécies de grãos de quefir: grãos frescos (úmidos) e grãos secos (Veisseyre, 1988; Schmidt, 1990; Luquet, 1993; Robinson, 1997; Adams & Moss, 1997 e Kosikowski & Mistry, 1999).

Schmidt (1990) relata que somente os grãos frescos são diretamente usados no preparo de quefir, sendo mergulhados no leite que sofre as modificações que o transformam no produto (quefir). Ao mesmo tempo os grãos utilizados aumentam, de modo que cada preparação de quefir corresponde a um aumento do número de grãos empregados.

Conforme Luquet (1993) os grãos secos são pequenas massas endurecidas, irregulares, com espessura média de uma avelã (cerca de 8 mm) e de cor amarela ou acastanhada. Os microorganismos estão em estado de latência e são protegidos por um invólucro de caseína seca, podendo conservar-se por quase um ano.

A maneira mais simples de se conduzir ao preparo do quefir é de permitir uma fermentação em água açucarada (açúcar comum, cristalizado, mascavo) ou leite (vaca, cabra, desnatado, pasteurizado, baixa gordura, UHT, etc) de uma quantidade de grãos suficiente para se preencher uma colher de sopa (5-10g, 2-10 % de peso final), durante 4 a 8 horas em temperatura ambiente (fermentação rápida e produção de flavorizantes naturais), seguido de 10 a 18 horas sob refrigeração (fermentação retardada). Os recipientes utilizados podem se constituir de material cerâmico, plástico ou vidro, usando-se ainda utensílios não metálicos para as misturas. Recipientes de metal são descartados para o preparo de quefir, devido ao fato de poderem interagir com a acidez produzida pelo quefir, gerando pequena corrente elétrica no sistema e alterando suas propriedades, ou ainda produzindo íons divalentes inibitórios de diversas funções enzimáticas microbianas. Além disso, o manuseio de instrumentos

metálicos, tais como colheres ou garfos podem romper os grãos, danificando a sua estrutura e o estabelecimento correto do cultivo (Kolling & Richards, 2004).

Em *Candida Kefyr*, identificaram uma beta frutanofuranosidase, intra e extracelular, produzidas quando as células eram cultivadas em meio com lactose (Negaro & Kito, 1973). Além disso, os autores verificaram que a inulina e o extrato de levedura induziam a produção.

## **2.8 Transporte e metabolismo dos lipídios plasmáticos**

O transporte dos lipídios no organismo é geralmente descrito em duas vias metabólicas, a exógena e a endógena. A via exógena representa o transporte dos lipídios da dieta, do intestino para o fígado. A via endógena descreve o transporte das lipoproteínas sintetizadas nos hepatócitos, do fígado para os tecidos periféricos (Gurr, 1986; Hirata & Hirata, 2002).

As lipoproteínas são classificadas de acordo com a densidade crescente: quilomícrons, quilomícrons remanescentes, lipoproteínas de densidade muito baixa - *very low density lipoproteins* (VLDL-c), lipoproteínas de densidade intermediária - *intermediary density lipoproteins* (IDL-c), lipoproteínas de baixa densidade - *low density lipoproteins* (LDL-c) e lipoproteínas de alta densidade - *high density lipoproteins* (HDL-c) (Stryer et al., 2004). Uma outra proteína de interesse clínico é a lipoproteína (a)- Lpa (Santos, 2001).

Os lipídios da dieta são incorporados à apolipoproteína B-48, sintetizada nos enterócitos, formando os quilomícrons, os quais são compostos de aproximadamente 85 a 95% de triacilgliceróis e de 3 a 6% de colesterol (Brody et al., 1997; Hirata & Hirata, 2002).

No plasma, os quilomícrons recebem da HDL-c, a apo-C2 e apo-E, que ativa a enzima lipase lipoprotéica, responsável pela hidrólise dos triacilgliceróis, gerando monoacilgliceróis, glicerol e ácidos graxos livres (Waitzberg, 2001;

Oliveira & Gazzola, 2002; Hirata & Hirata, 2002; Champe et al., 2006). A apo-C2 em excesso retorna ao HDL-c, e o remanescente torna-se rico em apo-E, a qual ativa receptores específicos no fígado, permitindo o reconhecimento do remanescente do quilomícron por receptores hepáticos (Marinetti, 1990; Waitzberg, 2001). Estes remanescentes de quilomícrons ligam-se a estes receptores (B/E) e pela proteína relacionadora com o receptor LDL-c e são captados pelas células por endocitose. A vesícula internalizada funde-se a um lisossomo e as apolipoproteínas, ésteres de colesterol e outros componentes dos remanescentes de quilomícrons são degradados por hidrólise, liberando aminoácidos, colesterol livre e ácidos graxos. Sendo assim, a via de transporte exógeno de ácidos graxos se completa (Gurr, 1986; Hirata & Hirata, 2002; Champe et al., 2006).

O transporte endógeno de triacilgliceróis acontece através da VLDL-c. Sintetizadas principalmente pelo fígado e, em menor extensão, pelo intestino. Em contraste com os quilomícrons, a origem do triacilglicerol na VLDL-c está nos ácidos graxos sintetizados pelo fígado ou liberados pelo tecido adiposo (Brody et al., 1997). No entanto, os carboidratos que chegam em excesso pela dieta também podem ser convertidos em triacilgliceróis no fígado e exportados como VLDL-c (Lehninger et al., 2007), uma vez que as VLDL-c são veículos de transporte dos triacilgliceróis do fígado para os tecidos extrahepáticos (Murray et al., 1998).

As partículas de LDL-c retêm a apoB-100, mas perdem suas outras lipoproteínas para a HDL-c. Elas contêm muito menos triacilglicerol que suas VLDL-c predecessoras e têm uma concentração elevada de colesterol e ésteres de colesterol, sendo responsáveis pela distribuição destes para os tecidos extrahepáticos, além de permanecerem por mais tempo no compartimento vascular (Brody, 1994; Hirata & Hirata, 2002; Champe et al., 2006). E o seu acúmulo no compartimento plasmático resulta em hipercolesterolemia (Santos, 2001),

podendo inclusive, depositar o excedente de colesterol nas artérias (Waitzberg, 2001).

A HDL-c, conhecida como fator protetor do excesso de colesterol, em nível periférico capta o colesterol livre nos tecidos extra-hepáticos esterificando-o por atuação da enzima lecitina colesterol acil transferase (LCAT), enzima que é ativada pela apo-A1 presente nas HDL-c. O éster de colesterila é tão hidrofóbico que é efetivamente capturado na HDL-c e não pode ser transferido a uma membrana, estes são transportados até o fígado onde a HDL-c é degradada e o colesterol liberado. O único mecanismo para remover o éster de colesterila da HDL-c no plasma é por meio da transferência deste para a VLDL-c pela proteína de transferência do éster de colesterila, trocando-os por triacilglicerol, onde finalmente permanece na LDL-c até que aquela partícula seja captada por uma célula. Assim, o colesterol excedente retorna ao fígado para ser metabolizado, onde é utilizado na síntese de ácidos e sais biliares que são eliminados pelo sistema biliar (Gurr, 1986; Waitzberg, 2001; Hirata & Hirata, 2002; Champe et al., 2006).

A síntese de colesterol no organismo é um processo complexo. Nos mamíferos, a produção de colesterol é regulada pela concentração de colesterol intracelular e pelos hormônios glucagon e insulina. O passo limitante na via para síntese do colesterol é a conversão em mevalonato do  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilglutaril-CoA (HMG-CoA). A HMG-CoA redutase, a enzima que catalisa esta reação, é uma enzima reguladora complexa, cuja intensidade de atividade pode variar mais de 100 vezes. Ela é inibida alostericamente por derivados do colesterol, ainda não identificados, e pelo intermediário-chave mevalonato (Lehninger et al., 2007), e tem sua atividade inibida por determinados medicamentos (Brody, 1994; Harvey & Champe, 1998; Champe et al., 2006; Lehninger et al., 2007).

Um eventual distúrbio na elevação plasmática de LDL-c, devido a fatores endógenos e/ou exógenos, resulta em hipercolesterolemia e a LDL-c

oxidada, juntamente com outros fatores, promovem a formação de ateromas nos vasos de grande e médio calibre, e conseqüentemente, desencadeiam diversas patologias como trombose, isquemias e infartos (Oliveira et al., 2002).

A aterosclerose é responsável pela alta mortalidade de indivíduos após 40 anos de idade, representando o infarto do miocárdio, a maior causa de morte nesse grupo etário (Jorge et al., 1997).

Não só para a aterosclerose, mas para as doenças cardíacas coronarianas em geral, existe uma forte associação entre os níveis elevados de LDL-c com a redução dos níveis de HDL-c (Kratz et al., 2002; Sánchez-Muniz et al., 2002).

A aterosclerose é uma condição na qual as artérias são bloqueadas, em maior ou menor extensão, pela deposição de placas de colesterol, conduzindo a ataques cardíacos. O processo pelo qual a obstrução de artérias acontece é complexo. A dieta e a predisposição genética estão envolvidas na evolução da aterosclerose. Dieta rica em colesterol e em gorduras, particularmente as saturadas, conduzirá ao nível alto de colesterol na circulação sanguínea (Campbell, 2000).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1997. 464p.

ALM, L. Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individual. **Journal Dairy Scientific**, v. 65, n. 3, p. 346-352, 1982.

ALM, L. Survival rate of *Salmonella* and *Shigella* in fermented milk products with and without added human gastric juice: an in vitro study. **Prog. Food Nutr. Science**, v. 7, n. 3-4, p. 19-28, 1983.

ALVARENGA, M. S. Bulimia nervosa: avaliação do padrão e comportamento alimentares. 2001. p. Anexos. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo FCF / FEA / FSP, São Paulo, SP.

OLIVEIRA, D. A. G. **Avaliação química, nutricional e sensorial de uma mistura a base de farinhas de arroz, banana e mandioca, enriquecida com outras fontes proteicas**. 1997. 79 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

ARVIDSSON-LENNER, R.; ASP, N-G; AXELSEN, M.; BRYNGELSSON, S.; HAAPA, E.; JÄRVI, A.; KARLSTRÖN, B.; RABEN, A.; SOHLSTRÖM, A.; THORS DOTIR, I.; VESSBY, B. Glycaemic index: relevance for health, dietary recommendations and food labeling. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v. 48, n. 2, p. 84-94, 2004.

BJÖRK, I.; GUNNARSSON, A.; OSTERGARD, K. A study of native and chemically modified potato starch. **Starch/Stärke**, v. 41, p.128-34, 1989.

BOTREL, N.; FREITAS-SILVA, O.; BITTENCOURT, A.M. Procedimentos pós-colheita. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. (Ed.). **Banana: pós colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71 p. (Frutas do Brasil).

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. Califórnia: Academic, 1994. 658p.

BRODY, T. M.; LARNER, J.; MINNEMAN, K. P.; NEU, H. C. **Farmacologia humana da molecular à clínica**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

BURKE, L.; COLLIER, G.; HARGREAVES, M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. **Journal Applied Physiology**, v. 75, p.1019-1023, 1993.

BUTLER, L. G. New perspectives on the antinutritional effects of tannins. In: KINSELLA, J. E.; SOUCIE, B. **Foods products**. Champaign: American Oil Chemistry Society, 1989. Cap. 22, p. 402-409.

CALIFORNIA RARE FRUIT GROWERS. Banana *Musa species*. Disponível em: <<http://www.crfg.org/pubs/ff/banana.html>>. Acesso em: 20 set. 2004.

CAMPBELL, M. K. **Bioquímica**. 3.ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 751 p.

CAMPOS, R.P.; VALENTE, J.P.; PEREIRA, W.E. Conservação pós-colheita de banana cv. nanicão climatizada e comercializada em cuiabá – MT e região. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 1, p. 172-174, abr. 2003.

CARDOSO, L. G. V.; FERREIRA, M. S.; SCHNEEDORF, J. M.; CARVALHO, J. C. T. Avaliação de fermentado de quefir sobre o trânsito intestinal de ratos. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v. 1, n. 3, p.107-109, 2003.

CARREIRA, M. C.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Glycemic index: effect of food storage under low temperature. **Braz. Arch. Biology Technology**, v. 47, n. 4, p.569-574, Aug. 2004.

CHAMP, M.; KOZLOWSKI, F.; LECANNU, G. *In vivo* and *in vitro* methods for resistant starch measurement. In: MCCLEARY, V.; PROSKY, L. **Advanced dietary fibre technology**. Oxford: Blackwell Science, 2001. p.106-119.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 533 p.

CHULUP, R. et al. Determination of the glycemic index of selected foods (white bread and cereal bars) in healthy persons. **Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky. Olomou**, Czech Repub., v.148, n.1, p.17-25, 2004.

- COLONNA, P.; LELOUP, V.; BULÉON, A. Limiting factors of starch hydrolysis. **Eur. Journal Clin. Nutr.**, v. 46, S17-S32, 1992.
- COSTA, R. P.; SILVA, C. C.; MAGNONE, C. D. Importância das fibras na prevenção de doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira Nutr. Clín.**, São Paulo, v. 12, p. 151- 154, 1997.
- COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2.ed. Barueri: Manole, 2006. 996 p.
- DAUCHET, L.; AMOUYEL, P.; HERCBERG, S.; DALLONGEVILLE, J. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of cohort studies. **Journal Nutr.**, v. 136, p. 2588-2593, Oct. 2006.
- DE SÁ, R. M.; DE FRANCISCO, A.; SOARES, F. C. T. Concentração de  $\beta$ -glucanas nas diferentes etapas do processamento de aveia (*Avena sativa L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 425-427, out./dez. 1998.
- DERIVI, S. C. N. et al. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena, L.*) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 164-169, maio/ago. 2002.
- DÍAZ, E. O.; GALGANI, J. E.; GUIRRE, C. A.; ATWATER, A. I. J.; BURROWS, R. Effect of glycemic index on whole-body substrate oxidation in obese women. **International Journal of Obesity**. v. 29, p. 108–114, 2005.
- DIPLOCK, A. T. **Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document**. Draft. ILSI., 1988. p.50.
- ENGLYST, H. N; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutricionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, n. 2, p. 33-50, 1992.
- ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M. C.; MAÑAS, E.; GARCÍA-DÍAZ, L.; SAURA-CALIXTO, F. Resistant starch formation: a standardization of a high-pressure autoclave process. **Journal Agricultural Food Chem.**, v. 44, p. 924-28, 1996.
- FEBBRAIO, M.; HAJJAR, D. P.; SILVERSTEIN, R.L. CD36: a class B scavenger receptor involved in angiogenesis, atherosclerosis, inflammation, and lipid metabolism. **Journal Clin. Invest.**, v. 108, p. 785–791, 2000.

FLINT, A.; MOLLER, B. K.; RABEN, A.; PEDERSEN, D.; TETENS, I.; HOLST, J. J.; ASTRUP, A. The use of glycaemic index tables to predict glycaemic index of composite breakfast meals. **British Journal of Nutrition**, v. 91, n. 6, p. 979-989, June 2004.

FONTVIELLE, A.; ACOSTA, M.; RIZKALLA, S.; BORNET, F.; DAVID, P.; LETANOUX, M.; TCHOBRUTSKY, G.; SLAMA, G. A moderate switch from high to low glycemic index foods for 3 weeks improves the metabolic control of type 1 (IDDM) diabetic subjects. **Diabetes Nutrition and Metabolism**. v. 1, p. 139-143, 1998.

FOOD AND NUTRITION INFORMATION CENTER. **Dietary Recommended Intakes**. Disponível em: <[http://fnic.nal.usda.gov/nal\\_display/index.php?info\\_center=4&tax\\_level=3&tax\\_subject=256&topic\\_id=1342&level3\\_id=5140](http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5140)>. Acesso em: 10 maio 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Statistical databases**. Agriculture. 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em: 15 abr. 2005.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition**: report a joint FAO/WHO expert consultation. Rome: FAO, 1998. 140 p. (Food and Nutrition Paper).

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **American Journal Clin. Nutr.**, v. 76, p. 5-56, Mar. 2002.

FREDRIKSON, H. et al. The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of starches. **Carbohydr. Polym.**, v. 35, p. 119-134, 1998.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal Applied Bacteriology**, v. 66, p. 365-378, 1989.

FULLER, R. **Modulação da microflora intestinal pelos prebióticos**. Probióticos, outros fatores nutricionais e a microflora intestinal. Vevey: Nestlé Nutrition Services, 1998. p. 4-6.

GARROTE, G. L.; ABRAHAM, A. G.; DE ANTONI, G. L. Preservation of kefir grains, a comparative study. **Lebensm-Wiss u-Technol**, v. 30, p. 77-84, 1997.

GIBSON, G. R.; COLLINS, M. D. **O conceito da microbiota colônica equilibrada, os prebióticos e os simbióticos.** Probióticos, outros fatores nutricionais e a microflora intestinal. Vevey: Nestlé Nutrition Services, 1998. p. 18-21. (Boletim)

GILBERTSON, H. R.; BRAND-MILLER, C.; THORBURN, A. W.; EVANS, S.; CHONDROS, P.; WERTHER, G. A. The effect of flexible low glycemic index dietary advice versus measured carbohydrate exchange diets on glycemic control in children with type 1 diabetes. **Diabetes Care.**, v. 24, p.1137–1143, 2001.

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

GURR, M. I. **Role of fats in foods and nutrition.** London: Elsevier, 1986. 170p.

HALLÉ, C.; LEROI, F.; DOUSSET, X.; PIDOUX, M. Les kéfirs: des associations bactéries lactiques-levures. In: ROISSART, H.; LUQUET, F. M. **Bactéries lactiques: aspects fondamentaux et technologiques.** Lorica, France: 1994. v. 2, p. 169-182.

HARVEY, R. A.; CHAMPE, P. C. **Farmacologia ilustrada.** 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 478 p.

HAVENAAR, R.; HUIS, V. Probiotics: a general view. In: WOOD, B. J. B. **The lactic acid bacteria in health and disease.** New York: Chapman, 1992. p. 209-224.

HIRATA, M. H.; HIRATA, R. D. C. Transporte de ácidos graxos no plasma. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos.** Manole: Barueri, 2002. 580 p.

HISPALAB WEBCOUNTER. Kefir. Disponível em: <[www.xente.mundo\\_r.com/joseluis/kefir.htm](http://www.xente.mundo_r.com/joseluis/kefir.htm). 2007>. Acesso em: 14 out. 2005.

JENKINS, D. J. A. et al Glycemic index: overview of implications in health and disease. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 76, 266S-273S, 2002.

JIMENEZ-CRUZ, A.; BACARDI-GASCON, M.; TURNBULL, W. H.; ROSALES-GARAY, P.; SEVERINO-LUGO, I. A flexible, low-glycemic index mexican-style diet in overweight and obese subjects with type 2 diabetes improves metabolic parameters during a 6-week treatment period. **Diabetes Care**, v. 26, p.1967-1970, 2003.

JONES, J. M. Contradictions and challenges: a look at the glycemic index. Wheat. **Foods Council**, v. 3. p. 1-12, Oct. 2002.

JORGE, N. Alterações em óleos de frituras. **Higiene Alimentar**, Campinas, v. 11, n. 52, p. 15-23, nov./dez. 1997.

JOSE-CUNILLERAS, E.; HINCHCLIFF, K. W.; SAMS, R. A.; DEVOR, S. T.; LINDERMAN, J. K. Glycemic index of a meal fed before exercise alters substrate use and glucose flux in exercising horses. **Journal Applied Physiology**, v. 92, p. 117-128, Jan. 2002.

JOZSI, A.; TRAPPE, T.; STARLING, R.; GOODPASTER, B.; TRAPPE, S.; FINK, W.; COSTILL, D. The influence of starch structure on glycogen resynthesis and subsequent cycling performance. **International Journal Sports Medical**, v. 17, p. 373-378, 1996.

KARAM, L. B.; GROSSMANN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F. Misturas de farinha de aveia e amido de milho com alto teor de amilopectina para produção de “snacks”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 158-163, maio/ago. 2001.

KIENS, B.; RAVEN, A.; VALEUR, A.; RICHTER, E. Benefit of dietary simple carbohydrates on the early postexercise muscle glycogen repletion in male athletes. **Med. Science Sports Exerc.** v. 22, S88, 1990.

KOLLING, F. F.; RICHARDS, N. Kefir, um alimento milagroso? **Food Ingredients**, p. 63-71, nov./dez. 2004.

KOSIKOWSKI, F. V.; MISTRY, V. V. **Cheese and fermented milk foods**. Wesport, Connecticut, USA, 1997.

KOSIKOWSKI, F. V.; MISTRY, V. V. Analysis. In: \_\_KOSIKOVSKI, F. V. **Cheese and fermented milk foods**. V. II. Procedures and analysis. 3.ed. Great Falls, VA: L.L.C., 1999. p. 208-264.

KRATZ, M.; GÜLBAHÇE, E.; ECKARDSTEIN, A. V.; CULLEN, P.; CIGNARELLA, A.; ASSMANN, G.; WAHRBURG, U. Dietary mono- and polyunsaturated fatty acids similarly affect LDL size in healthy men and women. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 4, p. 715-718, Apr. 2002.

KRITCHEVSKY, D. Dietary fibre in health and disease. In: \_\_\_\_\_. **Advanced dietary technology**. London: Blackwell Science, 2001. p. 149-161.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648 p.

LANGKILDE, A. M.; CHAMP, M.; ANDERSON, H. Effects of high-resistant-starch banana flour (RS2) on in vitro fermentation and the small-bowel excretion of energy, nutrients, and sterols: an ileostomy study. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 75, p. 104-111, 2002.

LEE, K.W.; SONG, K. E.; LEE, H. S.; KIM, Y. K.; LEE, S.W.; KIM, D. J.; HWANG, W. S.; CHOE, S. J.; KIM, Y. S.; KIM, T.Y. The Effects of goami nº. 2 Rice, a natural fiber-rich rice, on body weight and lipid metabolism. **Obesity**, v. 14, n. 3, p. 423-430, Mar. 2006.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2007. 1232 p.

LEROI, F.; COURCOUX, P. Influence of pH, temperature and initial yeast:bacteria ratio on the stimulation of *Lactobacillus hilgardii* by *Sacharomyces florentinus* from sugary quefir grains. **Journal Applied Bacteriology**, v. 80, n. 2, p. 138-146, 1996.

LIM, H. S.; WHITE, P. J.; FREY, K. J. Genotypic effects on b-glucan content of oat lines grown in two consecutive years. **Cereal Chemistry**, v. 69, n. 3, p. 262-265, 1992.

LIU, S. et al. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 71, n. 6, p.1455–1461, June 2000.

LOBO, A. R.; LEMOS SILVA, G. M. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Rev. Nutrit.**, Campinas, v. 16, n. 2, abr./jun. 2003.

LODDER, L. **The yeasts: taxonomic study**. 2.ed. Amsterdam: North Holland, 1970. 1385 p.

- LORANSKAIA, T. I.; KHOROMSKII, L. N.; BENEDIKT, V. V. Effects of a series of food substances on motor and emptyin function of the gastric stump and diverting intestinal loop after stomach resection and truncal vagotomy. **Vopr. Pitan.**, v. 1, p. 19-22, 1986.
- LOURES, A.; COELHO, D.T.; CRUZ, R.; LUCY, C. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (*Musa sp.*) em panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 51-57, 1990.
- LUDWIG, D. S. Glycemic load comes of age. **Journal Nutrition**, v. 133, 2695-2696, 2003.
- LUQUET, F. M. **Leche y productos lácteos: vaca, oveja y cabra**. Zaragoza: Acribia, 1993. v. 2, 524 p.
- M. NETO, J. M.; CIRNE, L. E. M. R.; PEDROZA, J. P.; DA SILVA, M. G. Componentes químicos da farinha de banana (*musa sp.*) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Amb.**, Campina Grande, PB, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998.
- MACMILLAN, N. Uilidad del índice glicémico en nutrición deportiva. **Rev. Chil. Nutrition**, v. 29, n. 2, p. 92-97, Ago. 2002.
- MANTHEY, F. A.; HARELAND, G. A.; HUSEBY, D. J. Soluble and insoluble dietary fiber content and composition in oat. **Cereal Chem.**, v. 76, n. 3, p. 417-420, 1999
- MARINETTI, G. V. Dietary management of elevated blood lipids. In: \_\_\_\_\_. **Disorders of lipid metabolism**. New York: Plenum, 1990. p. 135-168.
- MÁRQUEZ, L. R. et al. **Fibra terapéutica**. 2.ed. Cidade: BYK Química, 2001.
- MARQUEZ, U.M.L., LAJOLO, F.M. Nutritional value of cooked beans (*Phaseolus vulgaris*) and their isolated major protein fractions. **Journal of the Science of Food Agriculture**, Oxford, v.53, n.2, p.235-242, 1990.
- MARTÍNEZ, T. F.; MOYANO, F. J. Effect of tannic acid on *in vitro* enzymatic hydrolysis of some protein sources. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, Issue 5 , p. 456-464, 2003.

MENEZES, E. W.; LAJOLO, F. M. **Contenido en fibra dietética y almidón resistente en alimentos y productos iberoamericanos**. São Paulo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000. 121 p.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética temas en tecnología de alimentos México**. Projeto CYTED XI 6, São Paulo: INP, 1998. v.2, p.191-198.

MEYER, K. A.; KUSHI, L. H.; JACOBS, D. R.; SLAVIN, J.; SELLERS, T. A.; FOLSOM, A. R. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 71, p. 921-30, 2000.

MILLER, S. S. et al. Mixed linkage  $\beta$ -glucan, protein content, and kernel weight in Avena species. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 70, n. 2, p. 231-233, 1993.

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influence of hydrocolloids in texture of corn starch gel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, 2004.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Harper: bioquímica**. 8.ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 763 p.

NILS-GEORG, A. Nutritional classification and analysis of food carbohydrates. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 59, 679S-681S, 1994.

NORZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 58 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Estado de São Paulo - UNESP, Piracicaba, SP.

NUCCI, T. A. Sim, nós temos bananas. **Casa da Agricultura**, v. 3, n. 1, p. 18-24, jan./fev. 1981.

OLIVEIRA, C. L. et al. Obesity and metabolic syndrome in infancy and adolescence. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 17, n. 2, 2004.

OLIVEIRA, D. A. G. **Avaliação química, nutricional e sensorial de uma mistura a base de farinhas de arroz, banana e mandioca, enriquecida com outras fontes proteicas**. 1997. 79 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, H. R.; GAZZOLA, J. Absorção dos ácidos graxos. In: CURI, R.; POMPÉIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. Manole: Barueri, 2002. 580 p.

OLIVEIRA, R. P.; SILVEIRA, D. G.; SILVA, S. O. Concentração de bap e a eficiência de micropropagação de bananeira tetraplóide (grupo aab). **Scientific Agriculture**, Piracicaba, v. 58, n.1, jan./mar. 2001.

OLIVEIRA, T. T.; GOMES, S. M.; NAGEM, T. J.; COSTA, N. M. B.; SECOM, P. R. Efeito de diferentes doses de flavonóides em ratos hiperlipidêmicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 45-51, jan./abr. 2002.

ORLOVA, Z. N.; KASATKINA, T. N.; OKHAPKINA, V. F. Use of Robolact and Linolac dry milk mixtures in the overaction therapy of infants with acute intestinal infections. **Vopr. Pitan.**, v. 4, p. 45-47, 1980.

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. **Interciencia**, v. 29, n. 1, jan. 2004.

PEREIRA, G. A. G. **Atividade inulinolítica extracelular em *Kluyveromyces marxianus***. 1989. 152p. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

PEREIRA, M. A. et al. Fast food meal frequency and the incidence of obesity and abnormal glucose homeostasis in young black and white adults: the CARDIA study. **Circulation**, p. 107-135, 2003. Abstract.

PEREIRA, M. C. A.; BARCELOS, M. F. P. **Abordagem especial em nutrição**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 51p. (Especialização Lato Sensu Nutrição Humana e Saúde).

RAMDATH, D. D. et al. **Glycaemic control in diabetics attending primary care clinics in a multi-ethnic caribbean country**. 2004. Disponível em: <<http://www.ispub.com/ostia/index.php>>. Acesso em: 22 nov. 2006.

RAO, P. U.; DEOSTHALE, Y. G. Tannin content of pulses: varietal differences and effects of germination and cooking. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 33, n.10, p.1013-1016, 1982.

RAVEL, R. **Laboratório clínico**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 408-412.

RIZKALLA, S. W.; BELLISLE, F.; SLAMA, G. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and health individuals. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 3, p. 255-262, 2002.

SALLOF-COSTE, C. Quefir. **Danone**, Newsletter, 11, 1996

SALOFF-COASTE, C. J. K. **Danone**, Newsletter, n. 11, p. 1-8, 1986.

SANCHEZ-MUNIZ, F. J.; MERINERO, M. C.; RODRIGUEZ-GIL, S.; ORDOVAS, J. M.; RÓDENAS, S.; CUESTA, C. Dietary fat saturation affects apolipoprotein aII level and HDL composition in postmenopausal women. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 1, p. 50-54, Jan. 2002.

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 de Cardiologia**, São Paulo, v. 77, p. 1-48, nov. 2001. Suplemento, 3.

SCHIFFRIN, E. J. **Funções de defesa e homeostática dos probióticos no sistema imune**. Temas de Pediatria: os probióticos na saúde infantil. Nestlé. 2000. Número especial, p. 9-17.

SCHMIDT, K. F. **Elaboración artesanal de mantequilla, yogur y queso**. Zaragoza; Acribia, 1990. 116 p.

SHILS, M. E. et al. **Tratado de nutrição moderna. na saúde e na doença**. 9.ed. São Paulo: Manole, 2003. v. 1/2, 2105 p.

SILVA, J. M. S. F.; ANFITEATRO, D. Quefir, um probiótico produzido por microorganismos encapsulados e inflamação. In: CARVALHO, J. C. T. **Fitoterápicos antiinflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas**. Ribeirão Preto, SP: Tecmedd, 2004. Cap. 33, p. 441-467.

SINTSOVA, N. V. Changes in intragastric proteolytic activity in patients with obesity and possibilities of its dietetic correction. **Ter. Arkh.**, v. 63, n. 2, p. 47-51, 1991.

SIU, P. M.; WONG, S. H. S. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 23, n. 1, p.1-6, 2004.

SPENCER, C. M.; CAI, Y.; MARTIN, R.; GAFFNEY, S. H.; LILLEY, T. H.; HASLAM, E. Polyphenol complexation – some thoughts and observations. **Phytochemistry**, v. 27, p. 2397-2409, 1988.

SPREER, E. **Lactología industrial**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1991.

STAFF, M. C. Leches fermentadas y quesos frescos. In: EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 459 p.

STRYER, L.; TYMOCZKO, J. L.; BERG, J. M. **Bioquímica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 1059p.

TEIXEIRA et al. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, May/July 1998.

THOMPSON, D. B. Strategies for the manufacture of resistant starch. **Trends Food Science Technology**, v. 11, p. 245-253, 2000 .

TORRES, L. L. G.; EL-DASH, A. A.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R.; MIGUEZ, M. A. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*musa acuminata*, grupo aaa) por extrusão termoplástica. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 223, p. 219-227, jul./dez. 2005.

TRABULSI, L. R. Flora intestinal: probióticos, prebióticos e simbióticos. Temas de pediatria: probióticos na saúde infantil. Nestlé, 2000. Número especial, p. 6-9.

TRAVAGLINI, D. A.; P. NETO, M.; BLEINROTH, E. W.; LEITÃO, M. F. F. **Banana-passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993. 73p. (Manual Técnico, 12).

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

VASS, A.; SZAKALY, S.; SCHMIDT, P. Experimental study of the nutritional biological characters of fermented milks. **Acta Med. Hung.**, v. 41, n. 2-3, p.157-161, 1984.

VEISSEYRE, R. **Lactologia técnica:** composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1988. 629 p.

WAITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.** 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 1858 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Joint WHO/FAO expert consultation.** Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva, 2003.

YLI-JOKIPII, K. M.; SCHWAB, U. S.; RAIJA, L. R.; KURVINEN, J. P.; MYKKÄNEN, H. M.; KALLIO, H. P. T. Triacilglicerol molecular weight and to a lesser extent, fatty acid positional distribution, affect chylomicron triacilglicerol composition in women. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 5, p. 924-929, May 2002.



## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FARINHAS DE BANANA E SEUS EFEITOS NA GLICEMIA DE RATOS**

## RESUMO

PEREIRA, Michel Cardoso De Angelis. Características físicas e químicas de farinhas de banana e seus efeitos na glicemia de ratos. In: \_\_\_\_\_. **Efeito das farinhas de polpa de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos.** 2007. Cap.2, p.55-98. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Considerando a importância do aproveitamento de alimentos para a indústria e para a população carente e seus benefícios para a saúde, o presente trabalho objetivou produzir e avaliar a composição química das farinhas da polpa (FP) e da casca (FC) de banana prata em estágio de maturação 3 e a interferência do consumo destas farinhas em diferentes concentrações na glicemia de ratos e no índice glicêmico das dietas dos animais. Para as análises químicas das farinhas foram realizadas avaliações da composição centesimal, fibra alimentar total (FAT), fibras insolúveis (FI) e fibras solúveis (FS) pelo método enzimico-gravimétrico, teor de minerais e taninos. Para avaliação dos níveis glicêmicos foram utilizados 35 ratos Wistar albinos machos, pesando entre 180 e 200g (7 animais/grupo). Os animais permaneceram em gaiolas metabólicas recebendo individualmente água e dietas *ad libitum* da AIN-93M com adição das farinhas em detrimento ao amido. Os tratamentos foram divididos de acordo com o tipo e concentração das farinhas, sendo as mesmas administradas durante 15 dias para os diferentes grupos, sendo eles: grupo controle (GC) que recebeu a dieta padrão, grupos que receberam adição de FP nas concentrações de 7% (FP7%), 10% (FP10%) e 15% (FP15%) e o grupo que recebeu FC na concentração de 10% (FP10%). Após o período de tratamento com as distintas dietas, os animais foram submetidos à análise de glicemia de jejum de 12 horas a partir da colheita do sangue da calda e, em seguida, permaneceram por mais 6 horas de jejum, ao totalizar 18 horas de jejum, os mesmos receberam individualmente 3 g das respectivas dietas durante 20 minutos para elaboração da curva e cálculo do índice glicêmico, utilizando-se fitas e glicosímetro Accu-Chek<sup>®</sup>. O índice glicêmico (IG) foi calculado de acordo com FAO/WHO (1998). Para as análises estatísticas, utilizou-se o teste de Tukey e as diferenças com valores de  $p < 0,05$  foram consideradas significativas. A FP apresentou rendimento médio de 30,17%, enquanto a FC 13,39%. Na análise da composição centesimal da FP e FC, foram encontrados 9,92% e 5,07% de umidade, 0,38% e 10,67% de extrato etéreo, 4,76% e 8,12% de proteínas, 3,77% e 18,11% de fibras, 7,84% e 46,95% de extrato não nitrogenado e 2,32% e 11,09% de cinzas, respectivamente. Pelos

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Orientadora), Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA, Raimundo Vicente de Sousa – UFLA.

métodos enzimicos-gravimétricos, foi verificado alto teor de FAT na FP (14,82%) com 3,83% de FS e 10,99% de FI. Esses valores foram ainda maiores para FC, sendo 39,94% de FAT, 3,53% de FS e 36,41% de FI. A FC apresentou teores de minerais superiores aos da FP, sendo que ambas apresentaram-se como boas fontes de magnésio, cobre, manganês e zinco. Os taninos foram encontrados com teor de 1,26% na FP e 1,67% na FC. Na glicemia de jejum e pós-prandial não foram observadas diferenças significativas, entretanto, quando calculado o IG, os animais que consumiram FP a 10% e 15% na dieta, apresentaram diferenças significativas quanto à redução do IG quando comparados ao GC. Baseando-se nos resultados, pode-se dizer que as farinhas da polpa e da casca de banana semi-verde são importantes fontes de minerais e fibras na dieta e que o consumo de 10% e 15% de farinha da polpa diminuiu o índice glicêmico da dieta dos animais.

## ABSTRACT

PEREIRA, Michel Cardoso De Angelis. Physical and chemical characteristics of banana flours and their effects upon rat glucemia. In: \_\_\_\_\_. **Effect of banana pulp and skin and of kefir on the glucemic and lipidemic levels of rats.** 2007, Chap.2, p.55-98. Thesis (Doctorate in Food Science)-Federal University of Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Considering the importance of the use of foods for industry and for the wanting population and their benefits to health, the present work aimed to produce and evaluate the chemical composition of prata banana pulp flour (FP) and skim flour (FC) at maturation stage 3 and the interference of the consumption of these flours at different concentrations upon rat glucemia and upon the glucemic index of the diets of the animals. For the chemical analyses of the flours, evaluations of the centesimal composition, total food fiber (FAT), insoluble fibers (FI) and soluble fibers (FS) by the enzyme- gravimetric method, content of minerals and tannins were performed. For the evaluation of the glucemic levels, 35 albino, male Wistar rats, weighing between 180 and 200g (7 animals/group) were utilized. The animals remained in metabolism cages being given singly water and diets *ad libitum* from AIN-93M with the addition of flours in detriment to starch. The treatments were divided according to the type and concentration of the flours, these being administered for 15 days to the different groups, namely: control group (GC) which was given the standard diet, groups which were given addition of FP at the concentrations of 7% (FP7%), 10% (FP10%) and 15% (FP15%) and the group which was given FC at the concentration of 10% (FP10%). After the period of treatment with the distinct diets, the animals were submitted to the glucemia analysis of 12-hour fast from the blood collection from the tail, next, they stayed for further 6 hours' fast, on totalizing 18 hours of fast, the were given singly 3 g of the respective diets for 20 minutes for the making of the curve and calculation of the glucemic index, utilizing strips and Accu-Chek<sup>®</sup> glucometer. The glucemic index (IG) was calculated according to the FAO/WHO (1998). For the statistical analyses, the Tukey test was utilized and the differences with values of  $p < 0.05$  were regarded as significant. FP presented an average yield of 30.17%, whilst FC 13.39%. In the analysis of the centesimal composition of FP and FC, 9.92% and 5.07% of moisture, 0.38% and 10.67% of ether extract, 4.76% and 8.12% of proteins, 3.77% and 18.11% of fibers, 7.84% and 46.95% of nitrogen-free extract and 2.32% and 11.09% of ashes, respectively. By the enzyme-gravimetric methods, a high content of FAT

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Adviser), Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA, Raimundo Vicente de Sousa – UFLA.

in FP (14.82%) with 3.83% of FS and 10.99% of FI was confirmed. Those values were still higher for FC, namely, 39.94% of FAT, 3.53% of FS and 36.41% of FI. FC presented contents of minerals higher than those of FP, both proved to be excellent sources of magnesium, copper, manganese and zinc. Tannins were found with contents of 1.26% in FP and 1.67% in FC. In the fasting and post-prandial glucemia, no significant differences were observed, nevertheless, when IG was calculated, the animals which consumed FP at 10% and 15% in the diet, showed significant differences as to the reduction of IG as compared with GC. Basing upon the results, one can say that banana pulp flour and half –unripe skin flour are important sources of minerals and fibers in the diet and that the consumption of 10% and 15% of pulp flour decreased the glucemic index of the animals' diets.

## 1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa ssp.*) é um alimento nutritivo, rico em carboidratos e de baixo custo, sendo cultivado em todos os territórios que possuem clima tropical.

O Estado de Minas Gerais, um dos principais produtores de bananas do Brasil, possui uma área de aproximadamente 38.014 hectares cultivados com banana, onde predominam as cultivares Prata e Prata-Anã (Botrel, 2002).

O aproveitamento de resíduos das agroindústrias vegetais nem sempre é desejável, devido ao baixo valor nutricional e presença de várias substâncias antinutricionais, o que os tornam inviáveis para o consumo diário.

Farinhas da polpa e da casca de banana podem ser exploradas para a utilização em produtos de panificação, produtos dietéticos, alimentos infantis, dentre outros. Entretanto, a casca da banana que representa cerca de 40 a 50% do peso da fruta madura, geralmente é descartada (Pacheco-Delahaye et al., 2004 e Valle, 1996). A casca, embora seja pouco estudada, é rica em fibras e diversos nutrientes, entre eles, minerais com atividade antioxidante como magnésio, manganês e zinco, além de ser pobre em sódio.

As fibras, em especial, são substâncias presentes naturalmente nos vegetais que chamam a atenção, tanto na área da dietoterapia, quanto na de alimentos funcionais, sendo esta última área, prioritariamente importante na prevenção de doenças, principalmente, as doenças crônicas não-transmissíveis.

A presença dos diferentes tipos de carboidratos, concomitantemente com as outras substâncias presentes em cada alimento, influenciam diretamente os níveis glicêmicos do indivíduo. Esse fato é de grande importância em diferentes situações, entre elas, as disglucemias, atividade física e, além disso, no planejamento alimentar para prevenção de patologias.

A banana no estágio de maturação 3 pode influenciar positivamente na redução dos níveis glicêmicos por ser mais rica em carboidratos complexos,

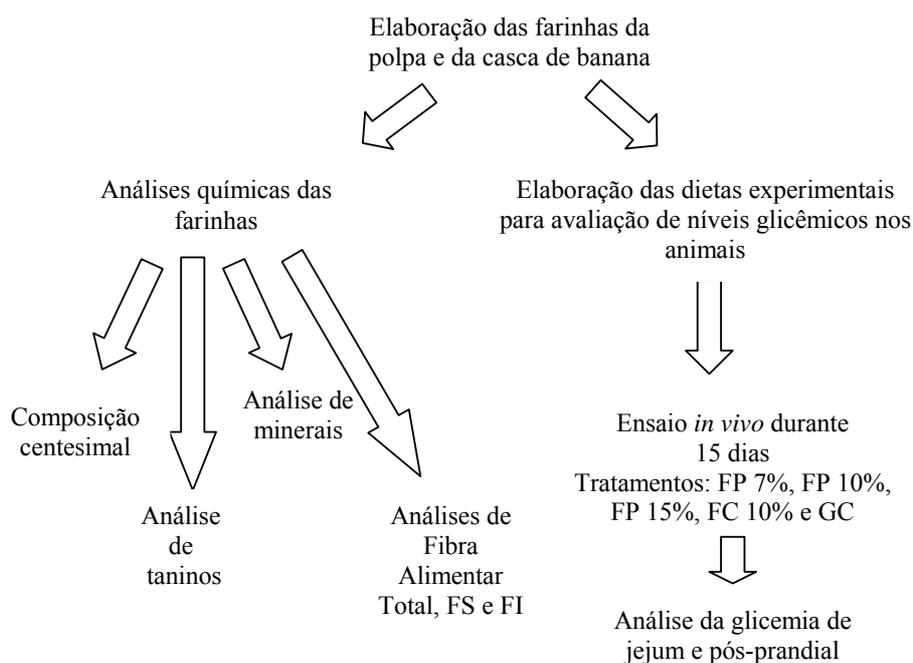
como amidos hidrolisáveis, amido resistente e fibras, além de outras substâncias como os taninos, possuindo baixíssimo teor de carboidratos simples como a sacarose.

Os estudos com alimentos de baixo custo e boa qualidade nutricional visando atingir a população de baixa renda, principalmente crianças, são desafios que vêm se tornando mais atraentes para as pesquisas científicas e desenvolvimento de produtos alimentícios com atividade funcional. Portanto, o presente trabalho teve por objetivos produzir e estudar as farinhas da polpa e da casca de banana quanto à composição química e suas interferências nos níveis glicêmicos de ratos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas etapas. A primeira etapa, análises químicas, foi realizada no Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG e a segunda etapa, ensaios *in vivo* utilizando ratos, realizada no Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), Barbacena, MG.

A Figura 1 ilustra a forma de condução do experimento a partir da introdução das distintas farinhas nas dietas.



\*FS: fibras solúveis; FI: fibras insolúveis; FP: farinha da polpa de banana; FC: farinha da casca de banana; GC: grupo controle

FIGURA 1 Esquema das principais etapas do experimento.

## **2.1 Aquisição da matéria-prima e produção da farinha da polpa e da casca de banana**

As bananas utilizadas foram da cultivar ‘Prata’ (*Musa paradisiaca*) e provenientes do comércio local.

A avaliação da coloração foi subjetiva, para a qual são estabelecidos padrões de cor baseados em intensidades e nuances perceptíveis ao olho humano.

Os frutos foram selecionados de acordo com homogeneidade e estágio de maturação (grau 3 de coloração da casca: casca mais verde que amarelo, de acordo com Chitarra & Chitarra (1990) e Brasil (2000)).

Os frutos inteiros foram lavados com água e sabão e submetidos ao enxágüe com água corrente. Em seguida, foram utilizados para o preparo das farinhas.

As bananas foram separadas, selecionadas e pesadas e, em seguida, submetidas à elaboração das farinhas seguindo-se os métodos propostos por Fonseca et al. (1974), com adaptações realizadas por Canniatti-Brazaca (1989) os quais também sofreram algumas adaptações neste trabalho.

A banana prata no estágio 3 de maturação foi colocada em água a 85°C por 10 minutos. Em seguida, foram retiradas as cascas e as polpas foram cortadas longitudinalmente em quatro partes, as quais foram colocadas em água destilada com metabissulfito de sódio a 0,5% durante 15 minutos para evitar o escurecimento. Após este tempo, os pedaços da polpa e da casca foram drenados separadamente e colocados em bandejas inox e secados em estufa de circulação de ar forçado a 60°C, até obtenção do peso constante (aproximadamente 36 horas). Os pedaços de banana foram triturados em pedaços menores, batidos em liquidificador industrial e em seguida foi moído em moinho de facas e passado por peneira de 30 “mesh” (1,8 mm).

## **2.2 Rendimento das farinhas**

Para o cálculo do percentual de rendimento das farinhas da polpa e da casca de banana, foram utilizados quatro lotes de bananas no mesmo estágio de maturação de épocas diferentes, entre os meses de março a junho de 2005. A matéria-prima dos diferentes lotes foram pesadas antes da secagem e após obtenção das farinhas de cada lote, para então ser calculado o percentual de rendimento, correlacionando-se a perda de peso da matéria-prima com o produto final.

## **2.3 Análises químicas**

### **a) Composição centesimal das farinhas**

A composição centesimal das farinhas da polpa e da casca de banana elaboradas foi realizada conforme os métodos propostos pela AOAC (1990), fazendo-se cinco repetições para cada tipo de farinha.

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com emprego de calor, o qual se baseia na perda de peso do material quando submetido ao aquecimento (105° C) até peso constante. Para a obtenção do extrato etéreo foi utilizado o método de "Soxhlet" (gravimétrico) baseado na perda de peso do material submetido à extração com éter, ou na quantidade de material solubilizado pelo solvente. A proteína bruta foi determinada pelo método de "Kjeldahl" por meio da determinação do nitrogênio do alimento multiplicando-se pelo fator 6,25. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado submetendo as amostras ao aquecimento à 550°C. A fração fibra bruta foi determinada pelo método de Van de Kamer & Van Ginkel (1952). O extrato não nitrogenado

(ENN) foi determinado por diferença dos valores encontrados para umidade, extrato etéreo, proteínas, cinzas, e fibras em 100g do produto.

#### **b) Fibra alimentar**

A fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra alimentar insolúvel (FI) foram determinadas nas farinhas da polpa e da casca de banana, utilizando-se o Kit-dietary fiber total, marca Sigma<sup>®</sup>, seguindo-se as técnicas propostas pela AOAC (2000), que se baseiam nas análises enzimáticas-gravimétricas. Esse método está fundamentado na porção não-hidrolisada do alimento que resiste à digestão enzimática seqüencial com  $\alpha$ -amilase, protease e amiloglicosidade e é insolúvel em etanol entre 78 e 98% (Anexos 2, 3 e 4). Os resultados foram expressos de acordo com a média de quatro repetições para cada tipo de farinha.

#### **c) Minerais**

Os minerais (cálcio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, cobre, manganês, zinco, ferro e sódio) das farinhas da polpa e da casca de banana foram determinados no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras. Para as análises, foi utilizado espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110, Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção da curva de calibração, foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente diluídas com água deionizada. As análises foram realizadas em triplicatas e os valores foram expressos de acordo com a média de quatro repetições para cada tipo de farinha.

#### **d) Taninos**

Os taninos das farinhas da polpa e da casca de banana foram extraídos pelo método de Swain & Hillis (1959), utilizando metanol (80%) como extrator, e identificados de acordo com o método colorimétrico de Folin-Denis, descrito pela AOAC (1990), sendo os valores obtidos após elaboração da curva padrão utilizando absorbância a 760nm. Os resultados foram expressos de acordo com a média de quatro repetições para cada tipo de farinha.

#### **2.4 Ensaio *in vivo***

Para a avaliação da influência do consumo das farinhas de banana nos níveis glicêmicos séricos dos animais, foi realizado o ensaio *in vivo*, sendo utilizados 35 ratos normoglicêmicos da linhagem Wistar, machos, pesando inicialmente entre 180 e 200g. Os animais foram provenientes do biotério central da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.

Durante o experimento, os animais foram pesados e aleatorizados em cinco grupos de 7 animais e mantidos individualmente em gaiolas metabólicas com temperatura ambiente controlada a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  (ciclo dia: noite de 12 horas).

Para os tratamentos e avaliações glicêmicas, seguiu-se conforme proposto por Lajolo & Menezes (2003) com algumas adaptações. Os animais receberam dietas com adição das farinhas da polpa e da casca da banana (Tabela 1), seguindo-se os padrões da AIN-93M do *American Institute of Nutrition* (AIN) Reeves et al. (1993). A adição das distintas farinhas foi em detrimento do amido, sendo os grupos: controle (dieta padrão), 7%, 10% e 15% de farinha da polpa (FP) e 10% de farinha da casca (FC) de banana.

TABELA 1. Composição das cinco dietas caracterizadas pela substituição do amido pelas farinhas com suas diferentes concentrações e oferecidas aos animais experimentais (g/kg)

Ingredientes das dietas	Grupos experimentais				
	Controle	FP	FP	FP	FC
		7%*	10%*	15%*	10%**
	(g/kg)				
Amido de milho	465,692	395,692	365,69	315,69	365,69
Caseína	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
Dextrina	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00
Sacarose	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Óleo de soja	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Celulose	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Pré-mix min AIN-93 M	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Pré-mix vita AIN-93M	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
L-Cistina	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Bitartarato de colina	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
TBHQ	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Farinha da polpa de banana	-	70,00	100,00	150,00	-
Farinha da casca de banana (10%)	-	-	-	-	100,00
Dieta (total em gramas)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

\*FP: Farinha da Polpa de banana; \*\*FC: Farinha da Casca de banana

O ensaio foi conduzido num período de 15 dias. Antes do tratamento experimental, todos os grupos permaneceram por um período de 7 dias alimentando-se com dieta padrão para adaptação do animal e estabelecimento de nutrientes padrões no organismo. As dietas e a pesagem dos animais foram realizadas em horário único a cada três dias.

#### **2.4.1 Análises dos níveis glicêmicos**

Após os 15 dias de consumo das dietas experimentais, os animais foram submetidos ao jejum de 12 horas para as análises da glicemia de jejum via capilar. Em seguida os animais permaneceram por mais 6 horas de jejum e ao concluir o tempo total de 18 horas de jejum, os animais tiveram acesso às diferentes dietas experimentais, na quantidade de 3g durante 20 minutos. Esta quantidade e tempo de consumo foram estabelecidos por meio de ensaios preliminares. A dieta de cada animal foi previamente pesada antes de ser colocada no comedouro. Imediatamente após o consumo das distintas dietas no tempo estabelecido, os animais foram submetidos à avaliação da glicemia pós-prandial, sendo este momento considerado o tempo 0 (zero). Então as análises prosseguiram com intervalos de 15 minutos até completar 2 horas para elaboração da curva glicêmica.

A punção sanguínea foi realizada manualmente na calda dos animais, utilizando-se aparelhos e fitas Accu-Chek<sup>®</sup> para quantificação da glicose, e os valores foram expressos em mg/dL.

#### **2.4.2 Avaliação da curva glicêmica e do índice glicêmico (IG)**

A curva glicêmica foi elaborada após obtenção dos resultados de glicemia por punção sanguínea da calda dos animais.

Após a elaboração da curva glicêmica foi possível calcular o índice glicêmico das dietas a partir do aumento na área da curva glicêmica em relação ao grupo padrão, seguindo-se a metodologia proposta pela FAO/WHO (1998), com adaptações para teste em animais, onde se teve a padronização do consumo das dietas para o cálculo direto, sendo o índice glicêmico determinado matematicamente pela seguinte equação:

$$\text{Índice Glicêmico} = \frac{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento teste)}}{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento de referência)}} \times 100$$

A dieta padrão para animais de laboratório da AIN 93M, foi considerada como o alimento de referência, portanto, correspondendo ao valor 100.

## **2.5 Análise estatística**

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado (DIC). Para as análises químicas foram utilizados quatro repetições para cada tipo de farinha e para as análises biológicas e bioquímicas foram cinco tratamentos com sete repetições, sendo que nas análises bioquímicas considerou-se a média de triplicatas. Os resultados foram expressos com a média  $\pm$  SD de acordo com o teste de Tukey, utilizando-se o software GraphPad InStat, com valores de  $p < 0,05$  considerados diferenças significativas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Rendimento das farinhas

Após a elaboração, a farinha da polpa (FP) de banana apresentou coloração amarelada e a farinha da casca (FC), escurecida. Na Figura 2 estão demonstradas as farinhas da polpa e da casca de banana.



FIGURA 2 Ilustração das farinhas da polpa (A) e da casca (B) de banana

Em termos de aceitabilidade, a coloração escurecida não é muito aprovada pelos consumidores, sendo que os produtos com essa coloração são mais utilizados em misturas com outros ingredientes. Já a coloração amarelada é atraente, por ser uma característica de vários produtos alimentícios, entre eles, cereais matinais, leite em pó, doces e diversas farinhas.

A mais nítida mudança visível que ocorre durante o amadurecimento de bananas é em relação à sua coloração, e serve como referencial para se estabelecer, com certa precisão o estágio de maturação dos frutos (Palmer 1971;

Chitarra & Chitarra, 1990). Desta forma, M. Neto et al. (1998), destacaram em seu trabalho que as farinhas provenientes das bananas verdes apresentaram coloração bem mais clara quando comparado com farinhas de bananas maduras. Os autores ainda ressaltaram que as farinhas de bananas verdes são mais apresentáveis que as das bananas maduras, e afirmaram estar condizente com outros trabalhos por eles comparados.

No trabalho de Loures et al. (1990), foi obtida farinha de banana verde de boa qualidade por meio de secagem em secador de ar circulante a 50°C, durante dezesseis horas e conseqüente moagem em moinho de faca.

O rendimento médio do total das farinhas foi de 24,19%, sendo que quando analisado o rendimento das farinhas separadamente, observou-se um rendimento superior para a elaboração da FP. Na tabela 2 podem-se observar essas diferenças.

TABELA 2. Rendimento médio (%) das farinhas da polpa e da casca de banana prata no estágio de maturação 3

Farinhas	Média
Polpa da banana	30,17
Casca da banana	13,39
Banana com polpa e casca	24,19

Conforme Tabela 2, a FP de banana apresentou o dobro do rendimento da FC de banana, isto se deve ao fato de que o conteúdo de umidade da casca do fruto “in natura” é mais elevado que o da polpa. Isto pode ser confirmado ao observar alguns trabalhos em que a polpa de banana imatura apresenta 64% de umidade (Franco, 2001), enquanto a casca do mesmo fruto “in natura” contém por volta de 89,47% (Gondim et al., 2005).

Ainda, existe o fato de que a umidade da casca mostrou maior

tendência de liberação de matéria úmida, visto que a elaboração das farinhas aconteceu em condições controladas, tais como tempo de secagem e temperatura, obtendo dessa forma, menor teor de umidade retido na FC que na FP de banana.

É importante ressaltar que durante a maturação pós-colheita da banana, ocorre aumento de peso da polpa, devido à absorção da água proveniente da casca e do engaço (Lizada et al. 1990). Com isto, a casca perde peso, podendo-se levar em consideração a relação polpa/casca como índice confiável de maturação da banana (Bleinroth, 1990; Chitarra & Chitarra, 1994) e também para realizar cálculos na compra do fruto para fabricação das farinhas.

## 3.2 Análises químicas das farinhas

### 3.2.1 Composição centesimal das farinhas

A Tabela 3 apresenta os valores encontrados em porcentagem da composição centesimal das farinhas da polpa e da casca de banana.

TABELA 3. Composição centesimal das farinhas da polpa e da casca de banana prata no estágio de maturação 3

Farinhas de banana	Umidade	Extrato etéreo	Proteína	Fibra Bruta	E.N.N*	Cinzas
FP**	9,92±0,44	0,38±0,03	4,76±0,14	3,77±1,49	78,84±1,47	2,32±0,23
FC***	5,07±0,24	10,67±0,19	8,12±0,02	18,11±1,36	46,95±1,60	11,09±0,18

\*E.N.N=extrato não nitrogenado; \*\*FP= farinha da polpa da banana; \*\*\*FC= farinha da casca da banana

O baixo teor de umidade das farinhas se justifica por estes alimentos já terem sido dessecados no processo de produção, onde a temperatura foi mantida a 60°C sob ventilação forçada. Depois de 18 horas de secagem ao sol, M. Neto et al. (1998) obtiveram uma média de 13,8% de umidade para banana

madura e de 7,2% para banana verde.

O conteúdo de lipídeos, proteínas e fibras da farinha da casca apresentou-se bem superior aos teores da farinha da polpa.

Segundo Oliveira (1997), a farinha de banana à venda no comércio apresenta teores apreciáveis de amido (84,2%). A composição da farinha de banana é de 8 a 12% de umidade; 56 a 70% de amido; 3,5% de proteína; 1,5% de matéria graxa; 2,0% de açúcares redutores e; 3,5% de cinza (Menezes & Lajolo, 2000; Torres et al., 2005)

A grande diferença na concentração de sais minerais (cinzas) entre a FP e FC se confirma quando observado o teor dos principais minerais encontrados nas mesmas, como apresentado e discutido na Tabela 5.

Torres et al. (2005) encontraram alto teor de carboidratos totais (91,70%) em farinhas de banana verde, sendo que 87,80% era amido. Para proteína, extrato etéreo e cinzas encontraram os valores de 3,72%, 0,53% e 2,00% respectivamente. Esses valores se aproximaram daqueles encontrados na farinha da polpa do presente estudo, sendo respectivamente (4,76%, 0,38% e 2,32%). O teor de fibra bruta encontrado pelos autores foram inferiores (2,02%) quando comparado com a FP deste estudo (3,77%), sendo ainda menor quando comparado com a FC (18,11%). As paredes celulares dos vegetais são ricas em fibras insolúveis como a celulose e hemicelulose (Mahan & Escott-Stump, 2005; Cozzolino, 2006), o que justifica o alto teor de fibras encontrado na FC.

### **3.2.2 Fibra alimentar**

Na Tabela 4 estão apresentados os teores encontrados de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra alimentar insolúvel (FI) nas farinhas da polpa e da casca de banana.

TABELA 4. Valores médios e desvio padrão de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra alimentar insolúvel (FI) encontradas nas farinhas da polpa e da casca de banana pelo método enzimático-gravimétrico

Farinha	FAT (%)	FS (%)	FI (%)
Polpa da banana	14,82 ± 3,46	3,83 ± 3,71	10,99 ± 0,16
Casca da banana	39,94 ± 6,52	3,53 ± 0,34	36,41 ± 3,11

A farinha da polpa de banana apresentou consideráveis teores de fibra alimentar total, sendo que para a farinha da casca de banana encontrou-se quase que três vezes essa concentração.

Para adquirir diferentes funções fisiológicas exercidas pelas fibras, de forma adequada no organismo, tais como controle da peristalse, prevenção de doenças intestinais, doenças cardíacas coronarianas e disglícemias, entre outras, o *Food and Drug Administration* (FDA) recomenda que do total de fibras a ser consumido diariamente, a proporção adequada seja de 70-75% de fibras insolúveis e 25-30% de fibras solúveis, ou seja, uma proporção de 70-75:25-30 (Márquez, 2001 e Guerra et al., 2004). A FP apresentou relação aproximada ao recomendado (7,4: 2,6), enquanto a FC apresentou alta porcentagem de fibras insolúveis (9,1: 0,9), sendo neste caso mais indicada para situações de ajuste na dieta quando a proporção de FS estiver alta e/ou indicações para patologias como obstipação intestinal (Waitzberg, 2001; Mahan & Escott-Stump, 2005).

Uma das substâncias com grandes preocupações de consumo para prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis é a fibra, uma vez que este tipo de carboidrato dificilmente se encontra em alimentos industrializados em quantidades comparáveis aos alimentos de origem vegetal.

De acordo com os dados apresentados por Menezes & Lajolo (2000), entre alguns alimentos sulamericanos de consideráveis concentrações de fibras

totais, podem-se citar a maçã “gala” (2,00%), laranja (2,95%), pêra (3,84%), brócolis (2,17%) e berinjela (2,5%-3,4%). Já os farináceos, a farinha de trigo (4,23-7,8%) e farinha de aveia (10,26%) são uns dos mais usados para dietas com intenção de aumento do conteúdo de fibras totais. Alguns cereais matinais como Corn Flakes<sup>®</sup> (1,63%) e Sucrilhos<sup>®</sup> (6,93%), são uns dos que mais têm fibras entre os produtos industrializados.

Considerando os teores de 14,82% e 39,94% de FAT das farinhas da polpa e da casca de banana, respectivamente, pode-se afirmar que essas farinhas são excelentes fontes de fibras para atingir maiores teores nas dietas.

Uma grande preocupação da área de nutrição e dietética e também da terapia nutricional é quanto à metodologia de análise de fibras, situação que pode conduzir a erros de cálculos de dietas, uma vez que a porção de fibra de um mesmo alimento pode variar muito de acordo com o método empregado para análise.

De acordo com Mahan & Escott-Stump (2005), o conteúdo de fibra dos alimentos tem sido descrito em termos de fibra bruta determinada por submeter os materiais à digestão por ácidos e álcalis. Devido à ação real das enzimas digestivas ser menos rigorosa, a quantidade de fibra remanescente após a digestão no trato digestório humano é consideravelmente maior que o estimado pelo processo da fibra bruta. Os valores obtidos para as fibras da dieta como até o momento são medidos apresentam-se, normalmente, de duas a cinco vezes maior que aqueles para a fibra crua. Entretanto, nenhum fator de correção pode ser aplicado porque a relação entre dois tipos de fibras varia dependendo da composição dos alimentos em particular.

Tanto o método da Fibra Bruta (FB) como os métodos Fibra Detergente Neutro (FDN) e Fibra Detergente Ácido (FDA) não são capazes de determinar toda a fração não-digerível dos alimentos, pesquisadores começaram a enfatizar mais o método enzimico-gravimétrico (Lajolo & Menezes 2006), tanto é que

ultimamente, na área da nutrição tem-se considerado mais esse último método para elaboração de dietas (Menezes & Lajolo, 2000).

O processamento de alimentos pode induzir várias alterações físico-químicas, entre as principais, a formação do amido resistente (AR), o que por conseqüência pode alterar o conteúdo de fibras nos produtos analisados dependendo da metodologia empregada (Menezes & Lajolo, 2005).

O reaquecimento reduz o conteúdo deste tipo de amido em batatas, mostrando que a retrogradação é um fenômeno reversível. Os três tipos de AR podem coexistir em um mesmo alimento. Assim, uma refeição contendo feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), por exemplo, apresenta os tipos 1 e 3, e em bananas verdes são encontrados os tipos 1 e 2 (Lobo & Lemos Silva, 2003).

Lajolo & Menezes (1998) evidenciaram aumento no teor de AR em alimentos armazenados em temperaturas reduzidas (-20°C e 5°C) por um período de 24 horas. Posteriormente, Rosin (2000) estudou o efeito do armazenamento de vários alimentos (arroz polido e integral, batata, ervilha, lentilha, macarrão, grão de bico, milho, polenta, feijão e pão francês) em condições de temperatura reduzida (-20°C), encontrando aumentos significativos na formação do AR em períodos de 7 e 30 dias.

Teixeira et al. (1998), avaliaram o teor de AR em amidos de milho e banana, sendo encontrado 2,5% e 49,6% de AR respectivamente. Os autores ainda afirmaram que o tratamento hidrotérmico aumenta significativamente o teor de AR nos alimentos. Carreira et al. (2004), também confirmam maior formação de AR nos alimentos sobre tratamento hidrotérmico, todavia, os autores ainda demonstraram que o armazenamento sobre congelamento, induz ainda mais a formação de AR.

Pacheco-Delahaye et al. (2004) elaboraram um pó instantâneo de banana verde e encontraram 8,76% de fibra alimentar total, sendo que 2,45% foram fibras solúveis e 6,31% fibras insolúveis. No trabalho de Guerra et al. (2004), é

ênfatizado que os métodos gravimétricos não-enzímicos são de grande importância para evitar as perdas de material ensaiado, o que pode ocorrer nas etapas de remoção de amido pela utilização de enzimas pelo método enzimico-gravimétrico. Entretanto, os autores mencionam que a utilização do método gravimétrico não-enzímico é utilizado para frutos e hortaliças com baixo teor de amido, uma vez que, para análise de FAT, FS e FI em alimentos com concentração  $\leq 2,0\%$  de amido, não exige a utilização de enzimas para a remoção do mesmo. De acordo com Vilas Boas (1995) e Ayub (1990), o amido, principal constituinte da polpa da banana imatura, varia cerca de 15 a 25% na banana ‘Prata’. Isso reforça a necessidade de utilização do método enzimico-gravimétrico para análise de fibra alimentar neste tipo de produto.

### 3.2.3 Minerais

Na Tabela 5 estão demonstradas as concentrações dos principais minerais encontrados nas farinhas da polpa e da casca de banana.

TABELA 5. Valores médios de minerais em mg/100g encontrados nas amostras farinha da polpa e farinha da casca de banana

Minerais	Farinha da Polpa de Banana (mg/100g)*	Farinha da Casca de Banana (mg/100g)*
Cálcio	70,00	525,00
Fósforo	130,00	160,00
Potássio	102,00	366,00
Magnésio	80,00	210,00
Enxofre	100,00	90,00
Cobre	0,390	0,450
Manganês	0,740	7,530
Zinco	0,770	2,865
Ferro	1,525	2,420
Sódio	52,095	17,940

\* valores médios de quatro repetições

Em comparação com a polpa da banana prata “in natura”, pode-se observar que o teor dos minerais encontrados na farinha da polpa foram superiores. De acordo com Franco (2001), 100g da fruta madura contém insignificante concentração de cálcio, 24mg de magnésio, 0,05mg de cobre, 0,3mg de zinco e 0,3mg de ferro.

Os valores de minerais encontrados na farinha da casca de banana, em sua maioria se mostraram também superiores aos encontrados em 100g da casca da fruta “in natura” analisada por Gondim et al. (2005). Os autores encontraram 66,71mg de cálcio, 29,96mg de magnésio, 0,10mg de cobre e 0,3mg de ferro. Entre os poucos minerais que apresentaram teores superiores na fruta “in natura” analisados pelos autores, quando comparados aos da FC deste trabalho, estão o zinco (1,00mg) e o potássio (300,93mg). Provavelmente, o menor conteúdo observado desses minerais na FP se deve ao processamento da fruta no momento de imersão em água na etapa de elaboração da farinha, onde alguns minerais podem se ligar à água de imersão. Podem ser consideradas também outras variações das frutas como forma de cultivo, nutrição do solo, região, etc.

As farinhas, assim como outros tipos de concentrados dos alimentos de uma forma geral, tendem apresentar maior concentração de nutrientes, com exceção daqueles termolábeis como vitamina C e algumas do complexo B. Isso é relevante pelo fato dessas vitaminas se encontrarem em baixos teores nos produtos que sofrem elevação da temperatura, sendo que esses nutrientes podem se volatilizar com a água dos alimentos.

Comparando-se a farinha da polpa com a farinha da casca de banana, a concentração de minerais foi superior na farinha da casca, com exceção do sódio. De acordo com Godim et al. (2005), as cascas das frutas apresentam, em geral, teores de minerais maiores do que os das suas respectivas partes comestíveis. Os autores ainda afirmam que desta forma, as cascas das frutas

podem ser consideradas como fonte alternativa de nutrientes, evitando-se assim desperdício de alimentos.

Na Tabela 6 estão demonstrados os percentuais de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de minerais em 100g das farinhas analisadas em relação às necessidades de um adulto saudável.

TABELA 6. Percentual da Ingestão Diária Recomendada (DRI) de minerais encontrados nas amostras farinha da polpa e farinha da casca de banana em relação a 100 g para um adulto saudável

Minerais	Farinha da Polpa de Banana (% da DRI)	Farinha da Casca de Banana (% da DRI)	DRI (Recomendação em mg)
Cálcio	7	52,5	1.000
Fósforo	18,6	23	700
Potássio	2,2	7,8	4.700
Magnésio	20	52,5	400mg
Enxofre*	N.E.	N.E.	N.E.
Cobre	43,3	50	0,9
Manganês	32,2	327,4	2,3
Zinco	7	26	11
Ferro	19,1	35,8	8
Sódio	3,5	1,2	1.500

\* N.E. = não especificado

Fonte: Food and Nutrition Information Center, FNIC (2007)

Portanto, pode-se considerar que a FP e FC são consideráveis fontes de vários minerais, sendo que alguns deles se encontram em teores que podem suprir em mais de vinte por cento as necessidades diárias de um adulto saudável para cada 100g do produto consumido.

Por outro lado, é importante ressaltar que quanto ao conteúdo de ferro e cálcio presentes nas farinhas de banana, assim como na maioria dos alimentos de origem vegetal, não se pode considerar adequadas fontes, uma vez que a biodisponibilidade desses minerais pode sofrer comprometimentos no processo de absorção intestinal pela presença de taninos entre outros fatores

antinutricionais encontrados nos vegetais. Ainda mais, o ferro presente nos vegetais se encontra na forma fêrrica, o qual possui baixa capacidade de absorção intestinal, sendo necessário a presença de alimentos ricos em ácido ascórbico na mesma refeição para aumentar sua redução e conseqüente capacidade de absorção (Martinez & Moyano, 2003; Shils et al., 2003; Cozzolino, 2006).

### 3.2.4 Taninos

A tabela 7 apresenta os teores de taninos encontrados nas farinhas estudadas.

TABELA 7. Média e desvio padrão do teor de taninos nas farinhas da polpa e da casca de banana

Farinhas	Taninos (mg/100g)
Polpa da banana	1259,47 ± 29,16
Casca da banana	1670,14 ± 21,22

Observa-se na Tabela 7 que entre as farinhas analisadas, a FP apresentou teores de taninos (1,26%) mais reduzidos que a FC (1,67%). De acordo com os dados obtidos, pode-se concluir que os teores de taninos nas farinhas, foram superiores a 1%, que segundo Norzella (2001) é um valor considerado alto, podendo interferir na digestibilidade protéica. Caso os animais venham a consumir exclusivamente as farinhas de bananas essa cocentração pode ser expressiva. Entretanto, considerando-se as concentrações utilizadas de farinhas nas dietas (Tabela 1), ou seja, 7%, 10% e 15% de FP e 10% de FC, não seria possível causar interferência na digestibilidade protéica, uma vez que a concentração de taninos presentes nas dietas dos grupos experimentais, de acordo com os valores encontrados nas farinhas, seriam de 0,09%, 0,13% e 0,18% de taninos nas dietas com FP respectivamente e 0,17% na dieta com FC.

As concentrações de taninos encontradas tanto na casca quanto na polpa se devem ao fato de tratar-se de banana em estágio de maturação ainda verde, ou seja, faltando alguns dias para o pleno amadurecimento.

De acordo com Spencer et al. (1998), o tanino presente na banana varia de acordo com as condições fisiológicas e outros fatores. O teor de tanino na casca pode variar de 20% até 47%. Carvalho & Cardoso (1980) e Chitarra & Chitarra (1990), mencionam que durante o amadurecimento dos frutos há diminuição do teor de polissacarídeos, com conseqüente aumento dos teores de açúcares redutores e decréscimo no teor de taninos, tornando os frutos menos adstringentes e com mais compostos voláteis responsáveis pelo odor e gosto característico do fruto maduro.

Contudo, um dos métodos básicos de eliminação de taninos em vegetais é a remoção física por extração ou moagem por meio do uso de solução aquosa de álcalis, álcool ou mesmo água, na qual as plantas ou sementes são colocadas por algum tempo. Portanto, a moagem das plantas ou sementes é um processo que pode auxiliar a extração dos taninos, antes do tratamento com líquido (Butler, 1989).

Vários autores observaram que os tratamentos físicos e químicos como os hidrotérmicos e moagem dos produtos podem reduzir a concentração e ação antinutricional dos taninos. Deshpande & Salunkhe (1982) observaram redução de ácido tânico em leguminosas após aquecimento a 95°C por 30 minutos, conferindo, inclusive, redução da formação do complexo polifenóis-amido. Já Rao & Deosthale (1982) estudando o teor de taninos em leguminosas, estimaram que entre os métodos de germinação, descorticação e cozimento, o mais efetivo na remoção de tanino foi a descorticação dos grãos resultando em perda de 83 a 97% de tanino. Estes autores também encontraram liberação do tanino do grão para o caldo durante o processo de cozimento.

Esses fatos justificam o teor de taninos encontrados nas farinhas não serem tão altos, uma vez que as bananas foram imersas na água, aquecidas para a desidratação e moídas para a elaboração das farinhas. Isso também pode chamar a atenção para outras sugestões de futuros estudos na área, envolvendo diferentes tratamentos para redução de taninos nas farinhas de banana com preservação de seus nutrientes.

Entretanto, é válido ressaltar que apesar da ação negativa do tanino no valor nutritivo de certos vegetais, em particular a redução de digestibilidade de proteínas, a inibição da ação de enzimas digestivas e interferência na absorção de ferro, os efeitos do tanino na saúde humana ainda são questionáveis devido à limitação de estudos nesta área. É interessante considerar que o tanino também apresenta uma forte ação antioxidante que provavelmente poderá ser mais explorada em relação aos estudos na área de conservação de alimentos e ação no organismo humano (Martinez & Moyano, 2003; Gondim et al., 2005).

### **3.3 Glicemia de jejum e pós-prandial**

A Figura 3 apresenta os valores médios e desvio padrão da glicemia capilar de jejum dos animais alimentados com as dietas adicionadas de farinhas da casca e da polpa da banana, sendo GC (controle), FP 7% (7%), FP 10% (10%) e FP 15% (15%) de farinha da polpa de banana respectivamente e FC 10% (10%) de farinha da casca de banana.

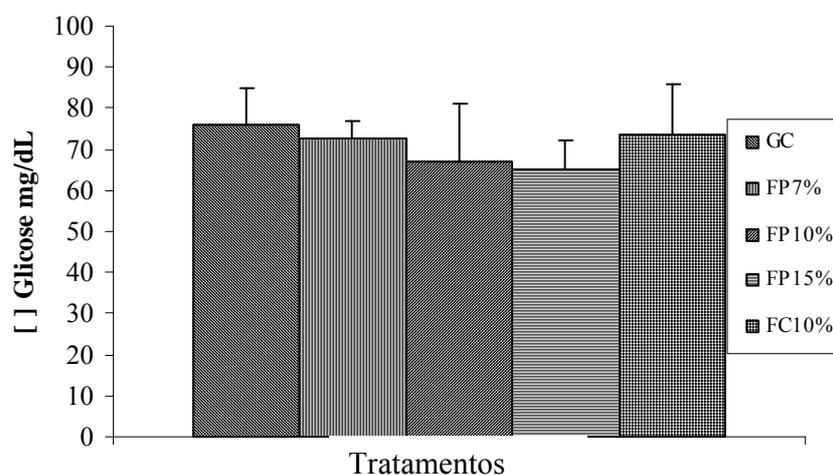


FIGURA 3 Valores médios (mg/dL) da glicemia de jejum dos animais que consumiram dietas com adição das farinhas da casca e da polpa de banana.

Em animais normoglicêmicos, dificilmente seria possível observar redução da glicemia de forma significativa, uma vez que o metabolismo glicêmico dos mesmos é controlado fisiologicamente. Por outro lado, pode-se afirmar que os resultados apresentados nas Figuras 3 e 4, demonstram que as farinhas, nas concentrações administradas, não elevam a glicemia de jejum e nem a pós-prandial, justificando ser seguro o consumo destes produtos alimentares por não alterar o metabolismo glicêmico dos animais. Duarte et al. (2006), administrando dietas hiperlipídicas em ratos wistar saudáveis durante 15 semanas também não observaram alterações significativas na glicemia, inclusive, os autores puderam confirmar que a secreção de insulina em jejum não é alterada nessa situação.

Em relação à alteração na glicemia de jejum dos animais que consumiram as FP e FC, embora não tenha sido estatisticamente significativa, é importante ressaltar que o consumo dessas, não induziu elevação na glicemia de

jejum dos animais, entretanto, a FP causou redução da mesma, sendo proporcional à concentração de FP consumida. Isto pode ser justificado pelo fato dos alimentos influenciarem de forma mais direta no IG do que no metabolismo da glicose de jejum. Além disso, a FP por ser rica em fibras solúveis entre outros componentes como os taninos (Tabelas 4 e 7), substâncias que de acordo com vários autores, podem influenciar positivamente na redução da glicemia, principalmente a glicemia pós-prandial pelas interferências causadas no processo de digestão (Welsch et al., 1989; McIntosh & Miller, 2001; Derivi et al., 2002 e Cozzolino, 2006).

Em trabalhos que induziram experimentalmente diabetes em ratos wistar, foi constatado que os animais que se alimentaram de dietas nas concentrações de 10% e 20% de goma guar adicionada, apresentaram redução significativa na glicose sanguínea, colesterol e triacilgliceróis. Além disso, os animais diminuíram drasticamente a ingestão alimentar, mantiveram e ganharam peso corporal, confirmando o efeito benéfico do consumo deste tipo de fibra na melhora das condições do diabetes mellitus (Frias & Sgarbieri, 1998).

Trabalhando com o mesmo tipo de animais experimentais, Freitas et al. (1994) também observaram redução da glicemia suplementando apenas pectina a 2,91% em rações à base de sopas de cebola por um período de 42 dias.

A Figura 4 apresenta os valores médios da glicemia pós-prandial dos grupos que consumiram as diferentes dietas.

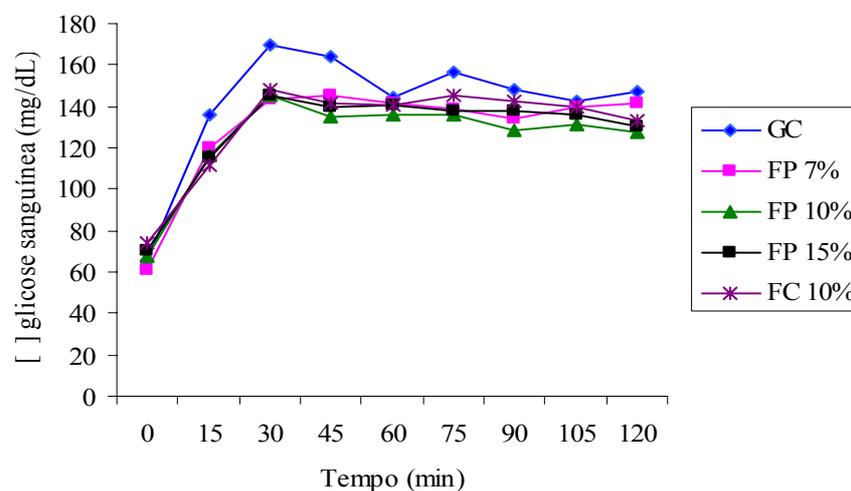


FIGURA 4 Valores médios da glicemia (mg/dL) pós-prandial dos animais que consumiram dieta padrão (GC) e dietas com adição de farinha da polpa de banana nas concentrações de 7% (FP 7%), 10% (FP 10%) e 15% (FP 15%) e da casca de banana a 10% (FC 10%).

A análise da glicemia capilar realizada nos animais após o consumo das distintas dietas, durante os 15 dias, embora também não tenha sido significativo ( $p > 0,05$ ), permitiu observar que os animais que consumiram as farinhas da polpa, apresentaram discreta redução da glicemia em diferentes picos pós-prandiais. Essa hipótese se reforça ao observar que os animais que consumiram FC, a qual é rica em fibras insolúveis, mas pobre em fibras solúveis, não apresentaram redução da glicemia pós-prandial quando comparados aos animais do grupo controle.

O efeito da fibra dietética solúvel tem sido demonstrado, em diferentes ensaios clínicos, através da redução dos picos das curvas de glicemia provocados por alimentos ricos em carboidratos, em diabéticos não insulino dependentes. Ela também atua com um moderado efeito na redução da lipidemia, produz

efeito benéfico na tolerância à glicose e modifica a secreção de insulina e glucagon (Lajolo et al., 2001).

Hannan et al. (2003) estudaram a fração solúvel da fibra de *Trigonella foenum graecum* em ratos induzidos ao diabetes tipo II que resultou na redução da glicose pós-prandial, redução do colesterol total e LDL-c e, por outro lado, aumento de HDL-c. Além disso, a fibra influenciou a agregação plaquetária, possivelmente, devido à redução dos ácidos graxos não esterificados.

Entretanto, para avaliar a resposta glicêmica do alimento diretamente, ocorre a necessidade de se utilizar animais saudáveis. De acordo com Halpern & Rodrigues (2004), os vários alimentos que são fontes de carboidratos levam a diferentes repostas glicêmicas e o índice glicêmico (IG) é definido a partir dessa resposta da glicose pós-prandial, em comparação a um alimento padrão.

A Tabela 8 apresenta os valores médios de IG das diferentes dietas adicionadas das farinhas da polpa e da casca de banana.

TABELA 8. Média e desvio padrão dos valores de índice glicêmico obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana

Grupos*	Índice Glicêmico**
GC (controle)	101,15 ± 7,05 <sup>a</sup>
FP 7%	92,54 ± 7,77 <sup>ab</sup>
FP 10%	88,79 ± 9,56 <sup>b</sup>
FP 15%	89,27 ± 4,57 <sup>b</sup>
FC 10%	93,38 ± 3,09 <sup>ab</sup>
P =	0,0144
CV (%)	7,32

\*FP: Farinha da Polpa de banana; FC: Farinha da Casca de banana

\*\*Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si a 0,05% de significância - teste de Tukey.

Os resultados anteriores (Figuras 3 e 4) deixaram indícios que o consumo de FP seria desejável para atingir menor resposta glicêmica. Dessa mesma forma, foi possível observar que o consumo de FC não interferiu de forma significativa nesses parâmetros. Portanto, quando calculado o IG, pode-se observar redução significativa ( $p < 0,05$ ) da área sob a curva glicêmica dos animais que consumiram a FP a 10% e 15%.

No experimento ficou constatado que, dependendo da concentração, a FP pode reduzir a resposta glicêmica da dieta, e que a FC, por ter apresentado a resposta glicêmica próxima a dos carboidratos (amido, dextrina e sacarose) de uma dieta padrão para animais de laboratório (AIN-93M), pode ser usada para manter o IG de uma determinada dieta, uma vez que o padrão da AIN-93 contém a proporção adequada para não influenciar nos valores extremos da resposta glicêmica em diferentes experimentos nas diversas áreas de pesquisa (Reeves et al., 1993).

O tempo total das análises dos picos glicêmicos foi de 2 horas. Tempo necessário para se elaborar a curva e calcular o IG do alimento ou substância teste, já que os animais utilizados foram todos sadios. De acordo com Cozzolino (2006), o tempo total de 2 horas de análises a cada 15 minutos, é indicado para indivíduos sadios, sendo que para indivíduos diabéticos o tempo adequado seria de 3 horas.

Embora deva ser considerada a resposta glicêmica do alimento no organismo, uma hipótese para o presente resultado seria o fato de a FP ser rica em fibras solúveis (Tabela 4), e em amido resistente (AR), sendo que este último se encontra em consideráveis concentrações na banana imatura como afirma Langkilde et al. (2002), além de não conter substâncias em concentrações suficientes que induzam aumento brusco da glicemia como os carboidratos simples.

Outro fator a ser considerado é que, segundo Maliwal (1983), Butler (1989) e Luck et al. (1994), os polifenóis do tipo tanino possuem a importante característica de se ligar às proteínas, formando complexos proteína-tanino, mediante ligações de hidrogênio, impedindo assim a digestibilidade das mesmas (Luck et al., 1994;). Chung et al. (1998), mencionam que além das proteínas, os taninos formam complexos com o amido e enzimas digestivas, o que pode reduzir a atividade das enzimas do trato digestório, sendo, esse processo, relevante na influência da capacidade de atuação das glicosidades intestinais na hidrólise de carboidratos.

Para tanto, Lajolo & Menezes (2006), fazendo estudos comparativos, observaram que o teor de amido total contido nos alimentos não reflete a resposta glicêmica que os alimentos irão produzir, sendo que o teor de amido total somente nos dá uma idéia se o alimento é fonte ou não desse nutriente, sem considerar sua digestibilidade no organismo. Os autores ainda consideraram a relação com o AR, sendo observada reduzida correlação negativa, porém significativa, entre o IG em humanos e o teor de AR dos alimentos. Paralelamente, eles não observaram qualquer correlação entre o IG em ratos e o teor de amido resistente de 28 alimentos, o que levou à sugestão que o teor de AR não prevê o IG que o alimento irá produzir.

Portanto, de uma forma geral, o teor de amido resistente e o de fibra alimentar total não representam bons parâmetros para avaliar o IG a ser produzido pelos diversos alimentos (Lajolo & Menezes, 2006). Isso mostra ainda mais a necessidade de avaliar prioritariamente o efeito do alimento ou da dieta diretamente no organismo e, se possível, reforçar os resultados avaliando o índice de digestibilidade dos carboidratos.

Uma outra situação que também deve ser considerada é a levantada por Jones (2002), uma vez que o índice glicêmico não é afetado apenas por outros componentes da mesma refeição, mas também pela ingestão prévia de alguns

alimentos. A inclusão de vegetais em uma refeição anterior, por exemplo, reduz o índice glicêmico da próxima refeição. Entretanto, essa é uma variável bem controlada no presente trabalho, uma vez que os animais permaneceram consumindo o mesmo tipo de dieta durante 15 dias, fato este que reforça a alternativa de padronizar e elaborar tabelas de IG, baseando-se em estudos com ratos, obtendo-se assim, maior número de variáveis controladas.

Por esses motivos, entre outros, é justificável fazer estudos com diferentes alimentos em uma única concentração, obtendo-se assim uma padronização em um tipo de dieta específica, sendo no caso, a AIN-93M, sugestão por ser a dieta padronizada para animais de laboratório utilizada como referência internacional.

Contudo, em futuras pesquisas, sugere-se realizar experimentos qualitativos e quantitativos, ou seja, testar alimentos em diferentes concentrações e compará-los com outros alimentos na mesma proporção, o que poderá contribuir numa futura padronização da concentração de alimento a ser usado como teste.

Monro (2003) também sugere uma redefinição do IG para facilitar a seleção de alimentos no controle da glicemia pós-prandial, propondo a utilização dos alimentos como base de cálculo do IG e não o nutriente (carboidrato “disponível”) e expressando os carboidratos como equivalentes de glicose glicêmica. Situação que uma vez validada, possibilitaria a elaboração de tabelas de composição de alimentos com essas referências.

Ainda, outros fatores podem interferir no IG, como diferentes ingredientes utilizados em dois alimentos semelhantes, variações no tempo de cocção de alimentos similares e até mesmo diferenças no método utilizado no teste, como, por exemplo, diferentes métodos para obter amostras de sangue, sendo que as amostras de sangue capilar são preferíveis às amostras venosas por apresentarem menor variação no IG de um mesmo alimento e menor variação

entre os indivíduos, diferenças no período experimental e diferentes quantidades de carboidrato disponível nos alimentos, sendo que o carboidrato disponível é a soma do amido e dos açúcares e não inclui o AR (Foster-Powell et al., 2002), isto demonstra que vários fatores podem interferir nos resultados. Embora as principais variáveis mencionadas anteriormente, tenham sido controladas, devido ao fato dos animais consumirem dietas padronizadas e à adição de farinha que é rica em carboidratos ter sido em detrimento ao amido, o tempo de consumo pode ter sido curto, sugerindo outros estudos com um maior tempo de consumo das dietas pelos animais para maior eficiência de padronização da técnica.

#### **4 CONCLUSÕES**

As farinhas da polpa e da casca de banana, por apresentarem elevado teor de carboidratos e minerais, podem ser utilizadas como complemento alimentar para fornecimento de energia, o que facilita o balanceamento de dietas com baixo custo.

A farinha da casca é rica em fibras insolúveis, sendo que a farinha da polpa apresenta proporção adequada entre as fibras insolúveis e solúveis.

O consumo da farinha da polpa e da casca de banana não interferiu na glicemia de jejum de ratos normoglicêmicos.

A farinha da polpa, quando consumida nas concentrações de 10% e 15%, reduziu significativamente o índice glicêmico da dieta consumida pelos ratos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association**. 12.ed. Washington, 1990. 1140p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 17.ed. Virginia, 2000.

AYUB, R.A. **Estudos para determinação do ponto de colheita da banana-prata (*Musa AAB* Subgrupo Prata)**. 1990. 52 p. Dissertação (Mestrado)Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura. Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária. **Banana: da cultura ao processamento e comercialização**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1990. p. 133-196. (Série Frutas Tropicais).

BOTREL, N. et al. Inibição do amadurecimento da banana-'Prata-Anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, 2002.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Departamento de Projetos Especiais. **Frutiséries 6: banana**. Brasília, 2000.

BUTLER, L. G. New perspective on the antinutritional effects of tannins. In: KINSELLA, J. E.; SOUCIE, B. **Food products**. Champaign: American Oil Chemistry Society, 1989. Cap. 22, p. 402-409.

CANNIATTI-BRAZACA, S. G. **Enriquecimento protéico das arinhas de arroz, banana e mandioca através de fermentação semi-sólida com fungos filamentosos**. 1989. 119p. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CARREIRA, M. C.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Glycemic Index: effect of Food Storage under Low Temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 4, p. 569-574, Aug. 2004.

CARVALHO, V. D.; CARDOSO, D. A. M. Industrialização da banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 63, 1980.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 533 p.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Pós-colheita de banana: qualidade dos frutos-I. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 41-47, 1994.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 132 p.  
CHUNG, K.T.; WONG, T.Y.; WEI, C.I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y. Tannins and human health: a review. **Critical Reviews in Food Nutrition**, Amherst, v. 38, n. 6, p. 421-464, 1998.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2.ed. Barueri: Manole, 2006. 996 p.

DERIVI, S. C. N. et al. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*, L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 164-169, maio/ago. 2002.

DESHPANDE, S.S., SALUNKHE, D.K. Interactions of tannic acid and catechin with legume starches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.47, n.6, p.2080-2083, 1982.

DUARTE, A. C. G. O. et al . High-fat diet and secretory capacity of insulin in rats. **Rev. Nutrition**, Campinas, v. 19, n. 3, 2006.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition**: report a joint FAO/WHO expert consultation. 1997. Rome: FAO, 1998. 140 p. (Food and Nutrition Paper).

FOOD AND NUTRITION INFORMATION CENTER. **Dietary Recommended Intakes**. Disponível em:  
<[http://fnic.nal.usda.gov/nal\\_display/index.php?info\\_center=4&tax\\_level=3&tax\\_subject=256&topic\\_id=1342&level3\\_id=5140](http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5140)>. Acesso em: 10 maio 2007.

FONSECA, H.; NOGUEIRA, J. N.; ANNICCHINO, A. V. K. Influência da interação do pré-aquecimento e da remoção da película externa, na elaboração de passas de banana. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, SP, v. 31, p. 555-569, 1974.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 76, p. 5-56, Mar. 2002.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 324 p.

FREITAS, M. C. J.; DERIVI, S. C. N.; MENDEZ, M. H. M.; FERNANDES, M. L. Produto rico em fibra solúvel (pectinas) e seu efeito sobre os níveis de glicose no soro sanguíneo. **Ciência e Agrotecnologia de Alimentos**, v. 14, n. 12, p. 46-54, 1994.

FRIAS, A. D.; SGARBIERI, V. C. Guar gum Effects on Blood Serum Lipids and Glucose Concentrations of Wistar Diabetic Rats. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, May/June 1998.

GONDIM, J. A. M. et al. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, 2005.

GUERRA, N. B. et al. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 17, n. 1, 2004.

HALPERN, Z. S. C.; RODRIGUES, M. D. B. **Índice glicêmico**. 2004. Disponível em: <[www.abeso.org.br/revista/revista18/indice\\_glicemico.htm](http://www.abeso.org.br/revista/revista18/indice_glicemico.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2005.

HANNAN, J. M. A.; ROKEYA, B.; FARUQUE, O.; NAHAR, N.; MOSIHUZ-ZAMAN, M.; KHAN, A. K.A.; ALI, L. Effect of soluble dietary fibre fraction of *Trigonella foenum graecum* on glycemic, insulinemic, lipidemic and platelet aggregation status of type II diabetic model rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 88, n. 1, p. 73-77, Sept. 2003.

JONES, J. M. Contradictions and challenges: a look at the glycemic index. Wheat. **Foods Council**, v. 3. p. 1-12, Oct. 2002.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648 p.

LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; WITTIG DE PENNA, E.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud.** Obtección, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Projeto CYTED XI.6 “Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en regimenes especiales”. São Paulo: CNPq/Varela, 2001.

LANGKILDE, A.M.; CHAMP, M.; ANDERSON, H. Effects of high-resistant-starch banana flour (RS2) on in vitro fermentation and the small-bowel excretion of energy, nutrients, and sterols: an ileostomy study. **American Journal Clin. Nutr.**, v. 75, p. 104-111, 2002.

LIZADA, M. C. et al. **Banana fruit development, postharvest physiology, handling and marketing, in Ansean.** Boston, 1990. p. 65-84.

LOBO, A. R.; LEMOS SILVA, G. M. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 16, n. 2, abr./jun. 2003.

LOURES, A.; COELHO, D.T.; CRUZ, R.; LUCY, C. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (*Musa sp.*) em panificação. **Ciência Tecnologia Alimento**, v. 10, n. 1, p. 51-57, 1990.

LUCK, G.; LIAO, H.; MURRAY, N. J.; GRIMER, H. R.; WARMINSKI, E. E.; WILLIANSO, M. P.; LILLEU, T. H.; HASLAM, E. Polyphenols, astringency and proline rich proteins. **Phytochemistry**, v. 37, p. 357-371, 1994.

M. NETO, J. M. M.; CIRNE, L. E. M. R.; PEDROZA, J. P.; DA SILVA, M. G. Componentes químicos da farinha de banana (*musa sp.*) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Amb.**, Campina Grande, PB, v.2, n. 3, p. 316-318, 1998.

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

MALIWAL, B. P. *In vitro* methods to assess the nutritive value of leaf protein concentrate. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.31, n.2, p. 315-319, 1983.

MÁRQUEZ, L. R. et al. **Fibra terapéutica.** 2.ed. BYK Química, 2001.

MARTÍNEZ, T. F.; MOYANO, F. J. Effect of tannic acid on *in vitro* enzymatic hydrolysis of some protein sources. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, Issue 5, p. 456-464, 2003.

MCINTOSH, M.; MILLER, C. A diet containing food rich in soluble and insoluble fiber improves glycemic control and reduces hyperlipidemia among patients with type 2 *diabetes mellitus*. **Nutr Rev.**, v. 59, n. 2, p. 52-55, 2001.

MENEZES, E. W.; LAJOLO, F. M. **Contenido de fibra dietética y almidón resistente en alimentos y productos iberoamericanos**. Projeto CYTED XI.6. Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en alimentos para regímenes especiales. São Paulo: CYTED/CNPq/Docuprint, 2000. 121 p.

MENEZES; E. W.; LAJOLO, F. M. Índice glicêmico de alimentos. Avances sobre el uso y las propiedades de los carbohidratos de los alimentos regionales. Projeto CYTED XI.18. São Paulo: USP, 2005. p. 53-60. (Seminário Ibero-Americano, 2., 2003, Santiago, Chile, 2003).

MENEZES, E. W.; CANZIO, A. E.; LAJOLO, F. M. Formação de amido resistente em alimentos armazenados em baixas temperaturas. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética temas en tecnología de alimentos México**: Projeto CYTED XI 6. São Paulo: INP, 1998. v.2, p.191-198. (Simpósio Iberoamericano sobre Fibra Dietética em Alimentos, 1997).

MONRO, J. Redefining the glycemic index for dietary management of postprandial glycaemia. **Journal Nutr.**, v. 133, p. 4526-4528, 2003.

NORZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 58 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, D. A. G. **Avaliação química, nutricional e sensorial de uma mistura a base de farinhas de arroz, banana e mandioca, enriquecida com outras fontes proteicas**. 1997. 79 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. **Interciencia**, v. 29, n. 1, jan. 2004.

PALMER, J. K. The bananas. In: HULME, A. C. **Biochemistry of fruits and their products**. New York: Academic, 1971. v. 2, n. 2, p. 65- 105.

RAO, P. U.; DEOSTHALE, Y. G. Tannin content of pulses: varietal differences and effects of germination and cooking. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 33, n.10, p.1013-1016, 1982.

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, 1993.

RIZKALLA, S. W.; BELLISLE, F.; SLAMA, G. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and health individuals. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 3, p. 255-262, 2002.

ROSIN, P. M. **Formação de amido resistente em alimentos armazenados sob baixa temperatura (-20°C)** – estudo *in vitro* e *in vivo* 2000. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo.

SHILS, M. E. et al. **Tratado de nutrição moderna**. Na saúde e na doença. 9.ed. São Paulo: Manole, 2003. v. 1/2, 2105 p.

SPENCER, C. M.; CAI, Y.; MARTIN, R.; GAFFNEY, S. H.; LILLEY, T. H.; HASLAM, E. Polyphenol complexation – some thoughts and observations. **Phytochemistry**, v. 27, p. 2397-2409, 1988.

SWAIN, T.; HILLIS, W. G. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 10, n. 1, p. 63-68, jan. 1959.

TEIXEIRA, M. A. V. et al. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, May/July 1998.

TORRES, L. L. G.; EL-DASH, A. A.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R.; MIGUEZ, M. A. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*musa acuminata*, grupo aaa) por extrusão termoplástica. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 223, p. 219-227, jul./dez. 2005.

VAN DE KAMER, J. H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, MN, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.

VALLE, H. F. Projeto pró-banana: aproveitamento integral da banana. **Higiene Alimentar**, v. 10, n. 45, p. 16- 17, set./out. 1996.

VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de banana ‘Prata’ (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* Grupo AAB)  $\gamma$ -irradiada.** 1995. 73 p.  
Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras: UFLA, MG.

WELSCH, C. A.; LACHANCE, P. A.; WASSERMAN, B. P. Dietary phenolic compounds: inhibition of Na<sup>+</sup>-dependente D-glucose uptake in rat intestinal brush border membrane vesicles. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 119, n. 11, p. 1698-1704, 1989.

WAITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.** 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 1858 p.

### **CAPÍTULO 3**

#### **EFEITO DO FERMENTADO DE QUEFIR ASSOCIADO A FARINHA DA POLPA E DA CASCA DE BANANA NOS LIPÍDIOS SÉRICOS DE RATOS**

## RESUMO

PEREIRA, Michel Cardoso de Angelis. Efeito do fermentado de quefir associado a farinha da polpa e da casca de banana nos lipídios séricos de ratos. In: \_\_\_\_\_. **Efeito das farinhas de polpa de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipídêmicos de ratos.** 2007. Cap.3, p.99-126. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Na busca de alimentos com ações funcionais no organismo e seus subprodutos destinados á população carente, objetivou-se estudar a adição de farinhas da polpa e da casca de banana na dieta concomitantemente ou não com o uso de quefir para avaliar influência sobre lipídeos séricos em animais experimentais consumindo dieta hipercolesterolemiantes. Utilizou-se 30 ratos wistar, albinos, machos, em fase de crescimento, pesando inicialmente entre 110 e 130g, divididos em 5 grupos. Nos primeiros 21 dias os animais foram tratados com dietas hipercolesterolemiantes (0,7% de colesterol e 0,3% de ácido cólico em detrimento do amido) seguindo-se a AIN-93G, exceto o grupo controle, que foi alimentado com dieta padrão. Nos 21 dias seguintes, os animais foram alimentados com dietas modificadas: Grupo 1- dieta padrão AIN-93G; Grupo 2- dieta hipercolesterolemiantes acrescida de 1% de farinha da casca e 7% de farinha da polpa de banana; Grupo 3: dieta hipercolesterolemiantes acrescida de 1% de farinha da casca e 7% de farinha da polpa de banana mais suspensão de quefir (1,5 ml/animal/v.o ou 8,6 g/kg); Grupo 4- dieta hipercolesterolemiantes mais quefir em mesma dose e; Grupo 5- dieta hipercolesterolemiantes. A adição da farinha da polpa e da casca de banana foi em detrimento do amido e o quefir foi administrado por gavagem intragástrica. Durante o tratamento dos animais foram avaliados o consumo de ração e desenvolvimento ponderal para os cálculos de consumo médio diário (CMD), ganho de peso médio diário (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA). Ao final do experimento, os animais foram anestesiados com éter etílico por inalação e o sangue colheitado e centrifugado para obtenção do soro para posterior análises das lipoproteínas, triacilgliceróis e colesterol plasmáticos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e para as análises estatísticas as diferenças de  $p < 0,01$  foram consideradas significantes pelo teste de Tukey. Os diferentes grupos não apresentaram alterações no CMD, GMD e CEA, mostrando que neste período experimental, o consumo de quefir e farinha não influenciou no

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Orientadora), Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA, Raimundo Vicente de Sousa – UFLA.

desenvolvimento dos animais. A farinha de banana não ocasionou alterações dos níveis de lipídeos plasmáticos nas concentrações utilizadas. Entretanto, o grupo que consumiu o fermentado de quefir reduziu os níveis plasmáticos de VLDL-c e triacilgliceróis e elevou os níveis de HDL-c, reforçando os efeitos na prevenção de doenças cardiovasculares do quefir.

## ABSTRACT

PEREIRA, Michel Cardoso de Angelis. Effect of kefir associated with banana pulp flour and banana skin flour on the serum lipids of rats. In: \_\_\_\_\_. **Effect of banana pulp flour and banana skin flour and kefir on the glucemic and lipidemic levels of rats.** 2007. Chap. 3, p.99-126. Thesis (Doctorate in Food Science)–Federal University of Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

In the search for foods with functional actions in the organism and its byproducts destined to the wanting population, it was aimed to study the addition of banana pulp flour and banana skin flour in the diet either concomitantly or not with the use of kefir to evaluate the influence upon serum lipids in experimental animals consuming a hypercholesterolemic diet. 30 albinic, male Wistar rats in growing phase, weighing initially between 110 and 130g, divided into 5 groups were utilized. In the first 21 days, the animals were treated with hypercholesterolemic diets (0.7% of cholesterol and 0.3% of cholic acid in detriment to starch) following AIN-93G, except the control group, which was fed the standard diet. In the 21 following days, the animals were fed modified diets: Group 1- standard diet AIN-93G; Group 2- hypercholesterolemic diet added of 1% of banana skin flour and 7% of banana pulp flour; Group 3: hypercholesterolemic diet added of 1% of banana skin flour and 7% of banana pulp flour plus suspension of kefir<sup>0</sup> (1.5 ml/animal/v.o or 8.6 g/kg); Group 4- hypercholesterolemic diet plus kefir at the same dose and; Group 5- hypercholesterolemic diet. The addition of banana pulp flour and banana skin flour was in detriment to starch and kefir was administered by intragastric gavage. During the treatment of the animals, food intake and ponderal development for the calculations of daily average consumption (CMD), daily average weigh gain (GMD) and food efficacy coefficient (CEA) were evaluated. At the end of the experiment, the animals were anesthetized with ethylic ether by inhalation and the blood collected and centrifuged for obtaining serum for further analysis of serum lipoproteins, triacylglycerols and cholesterol. The design utilized was the completely randomized and for the statistical analyses, the differences of  $p < 0.01$  were considered significant by the Tukey test. The different groups presented no alterations in CMD, GMD and CEA, showing that in this experimental period, the consumption of kefir and flour did not influence the animals' development. Banana flour did not bring about alterations of the levels of plasma lipids. Nevertheless, the group which consumed kefir reduced

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (Adviser), Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA, Raimundo Vicente de Sousa – UFLA.

the plasma levels of VLDL-c and triacylglycerols and raised the levels of HDL-c, reinforcing the effects of kefir in the prevention of cardiovascular diseases.

## 1 INTRODUÇÃO

Os alimentos conceituados de alimentos funcionais, além de nutrir atuam na prevenção de doenças, contribuindo efetivamente na saúde.

A aquisição desses alimentos, principalmente aqueles com atividade prebiótica e/ou simbiótica pela população carente ainda é uma ilusão, principalmente para os países em desenvolvimento. Isto se justifica por serem alimentos (em sua maioria) de valores agregados devido aos vários investimentos científicos e tecnológicos realizados pelas indústrias produtoras.

A composição da farinha de banana semi-verde se destaca por ser rica em amidos, fibras e minerais, além de ser produzida com um custo relativamente baixo. Além do mais, os componentes encontrados nesta fruta como frutooligossacarídeos, inulina, amido resistente, entre outros, quando isolados já demonstraram diversos efeitos prebióticos.

Por outro lado, o quefir é um conjunto de simbiótico de aproximadamente 30 bactérias e leveduras mantidas em coesividade através de polissacarídeos secretados pelas mesmas e cuja fermentação láctica resulta em uma solução probiótica levemente ácida contendo compostos aromáticos, gás carbônico e etanol.

O quefir e seus metabólitos resultantes da fermentação possuem propriedades probióticas, o que conceitualmente significa que sua ingestão, contendo certa quantidade de microrganismos viáveis, é capaz de exercer efeitos benéficos à saúde, independente da nutrição básica (Diplock, 1988; Saloff-Coate, 1986).

Estudos já relataram, benefícios do consumo de quefir para o tratamento de obesidade, atividade imunomodulatória, antitumoral, antiinflamatória, pró-digestiva e no tratamento de distúrbios do trato digestório como a intolerância à lactose, gastrite (Alm, 1982; Carvalho, 2005).

Muitos alimentos e substâncias de origem alimentar vêm sendo utilizados de forma popular com relatos de benefícios para a saúde, entretanto, sem nenhuma ou poucas evidências científicas. Procurando fortalecer estas evidências científicas e baseando-se nos próprios conhecimentos empíricos, este trabalho teve por objetivo estudar o consumo das farinhas da polpa e da casca de banana e do fermentado de quefir quanto as suas ações simbióticas nos níveis dos lipídeos séricos em ratos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Cultivo da suspensão de quefir**

A suspensão simbiótica de quefir foi cultivada em solução de açúcar mascavo dissolvido em água destilada (50g/l) na temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , com troca contínua do material nutriente a cada 24 horas da cultura seguindo-se a metodologia proposta por Cardoso et al. (2003).

### **2.2 Produção da farinha da polpa e da casca de banana**

A farinha da polpa e da casca de banana prata (*Musa paradisiaca*) no estágio 3 de maturação foi produzida a partir de cortes longitudinais do fruto e imersão em solução de metabissulfito de sódio a 0,5%, durante 15 minutos, sendo em seguida, submetida a desidratação em estufa de ventilação forçada de ar a  $60^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se os métodos propostos por Fonseca et al. (1974), com adaptações realizadas por Canniatti-Brazaca (1989) os quais também sofreram algumas adaptações (Anexo 1).

### **2.3 Ensaio *in vivo* e composição da dieta**

As análises bioquímicas foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG e os ensaios *in vivo* no Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), Barbacena, MG.

Para o ensaio *in vivo*, referente às análises de lipídeos plasmáticos, CMD, GMD e CEA, foram utilizados ratos Wistar albinos, machos, em fase de crescimento, pesando inicialmente entre 110 e 130g.

O ensaio foi conduzido num período de 42 dias. Antes do tratamento experimental, todos os grupos permaneceram por um período de 7 dias, alimentando-se com dieta padrão para adaptação do animal e estabelecimento de nutrientes padrões no organismo. As dietas e a pesagem dos animais foram ministradas em horário único a cada três dias, e os grupos que receberam o tratamento com a suspensão de quefir receberam a dosagem todos os dias no mesmo horário que foi feito para a pesagem de ração e dos animais.

Durante o experimento, os animais foram mantidos individualmente em gaiolas metabólicas com temperatura ambiente controlada  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (ciclo dia: noite 12 horas). Foram utilizados 30 animais, os quais foram pesados e aleatorizados em cinco grupos com seis animais. Para a fase de tratamento foi procedido da seguinte forma:

Nos primeiros 21 dias os animais receberam uma dieta hipercolesterolemiantes (0,7% de colesterol, 0,3% de ácido cólico e 3,5% de gordura vegetal hidrogenada), exceto o grupo controle. Durante os seguintes 21 dias de tratamento, os animais foram alimentados com as dietas (Tabela 1), elaboradas segundo Reeves et al. (1993) do *American Institute of Nutrition* (AIN) com adição de farinha e suplementação do quefir de acordo com os grupos, totalizando cinco diferentes dietas com algumas modificações em relação à fonte e concentração lipídica e glicídica seguindo-se o padrão AIN-93G (para crescimento), sendo da seguinte forma:

GC: dieta padrão AIN-93G; F: dieta hipercolesterolemiantes acrescida de 1% de farinha da casca de banana mais 7% de farinha da polpa de banana; FQ: dieta hipercolesterolemiantes acrescida de 1% de farinha da casca de banana mais 7% de farinha da polpa de banana mais aplicação de suspensão de quefir na dose de 1,5 ml/animal/v.o. (8,6 g/kg) que corresponde a dose utilizada popularmente; Q: dieta hipercolesterolemiantes mais quefir em mesma dose e; HIP: somente a

dieta hipercolesterolemiantes. As dietas dos grupos que receberam as farinhas de banana sofreram detrimento da fonte glicídica.

TABELA 1. Composição das cinco dietas caracterizadas pelos diferentes tratamentos oferecidas aos animais experimentais

Ingredientes	GRUPOS				
	GC	F*	FQ*	Q*	HIP*
	(g/kg)				
Amido de milho	397,486	396,486	396,486	396,486	396,486
Caseína	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
Dextrina	132,000	58,000	58,000	132,000	132,000
Sacarose	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Óleo de soja	70,000	35,000	35,000	35,000	35,000
G.V.H.	-	35,000	35,000	35,000	35,000
Celulose	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Pré-mix min AIN-93 G	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
Pré-mix vita AIN-93	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
L-Cistina	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Bitartarato de colina	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Colesterol + ácido cólico (7:3)	-	1,000	1,000	1,000	1,000
TBHQ	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Farinha de banana (polpa e casca) ***	-	80,00	80,00	-	-
Dieta (total em gramas)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

\*dieta hipercolesterolemiantes administrada em todos os grupos durante os primeiros 21 dias com exceção do padrão.

\*\*1 % de farinha da casca de banana mais 7% de farinha da polpa de banana.

\*\*\*Os grupos FQ e Q receberam tratamento com a suspensão de quefir durante os últimos 21 dias.

A inclusão de 3,5% de gordura vegetal hidrogenada nas dietas hipercolesterolemiantes foi em detrimento de 3,5% de óleo de soja entre os 7% recomendados pela AIN-93G e a adição de 0,7% de colesterol e 0,3% de ácido cólico foi em detrimento do amido. O total de dieta necessário foi calculado e preparado previamente para o ensaio, sendo conservado em sacos plásticos, sob congelamento (-15°C) até o dia anterior ao consumo, quando passaram para refrigeração (5°C) e, seis horas antes do fornecimento, para a temperatura ambiente. A Figura 1 ilustra a forma de condução do experimento a partir da produção das farinhas até a fase de análises bioquímicas.

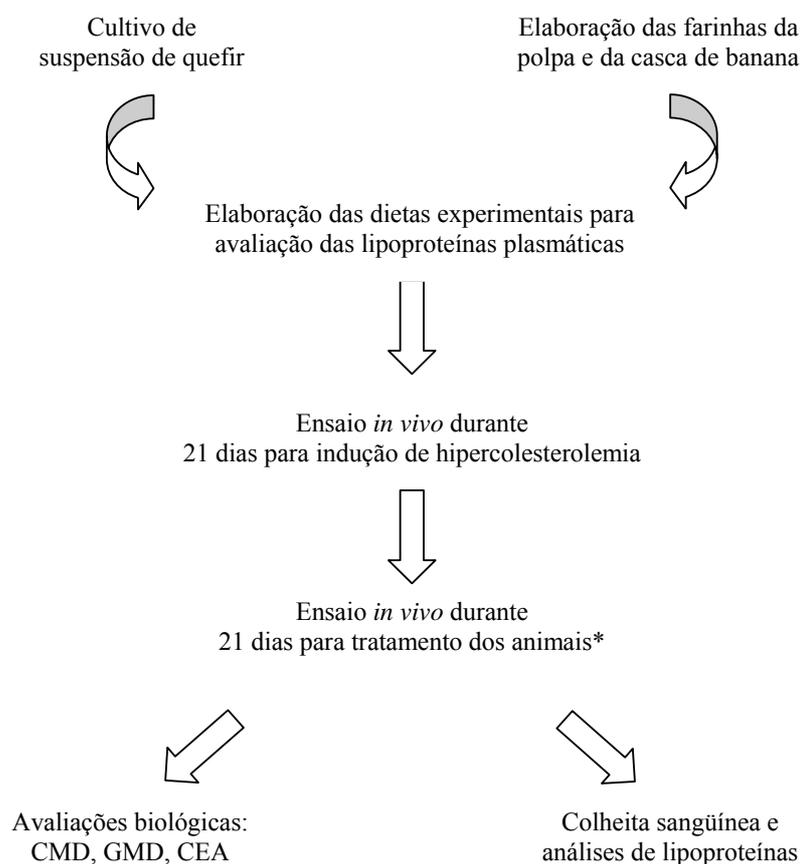


FIGURA 1 Diagrama das principais etapas do experimento.

\* Observação: o quefir foi administrado por gavagem nos animais dos grupos experimentais FQ e Q

## **2.4 Controle da ingestão alimentar e desenvolvimento ponderal**

O desenvolvimento ponderal dos animais e o consumo de ração foram acompanhados a cada 3 dias para elaboração da curva de crescimento.

O controle de consumo de ração e desenvolvimento ponderal permitiu o cálculo do consumo médio diário (CMD), ganho médio diário (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA). Este último mostrou a relação entre ganho de peso e consumo da dieta, conforme Pellett & Young (1980).

Todos os índices entre os animais foram calculados individualmente, permitindo o cálculo do valor da média e do desvio padrão para cada grupo.

### **a) Sacrifício dos animais e coleta de amostras**

Ao término do experimento, os animais foram deixados em jejum por 16 horas e, em seguida, foram anestesiados com éter etílico por inalação. O sangue foi retirado dos grandes vasos abdominais e, em seguida, centrifugado a 3000 rpm por 5 minutos em centrífuga Eppendorf/Centrifuge 5415<sup>®</sup>, para obtenção do soro.

### **b) Análises de lipoproteínas e colesterol séricos**

A colheita do sangue foi realizada no 42º dia de tratamento, sendo 6 animais/grupo.

As análises efetuadas foram de lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), colesterol total e triacilgliceróis. Estas análises foram realizadas pelo método colorimétrico-enzimático, pela utilização do “kit” comercial da marca *In Vitro* Diagnóstica<sup>®</sup> código CAT.: 10552 para o colesterol, CAT.: 10724 para o triacilglicerol e CAT.: 044 para HDL.

Para a dosagem de colesterol total no soro do sangue dos animais utilizou-se a metodologia proposta por Allain et al. (1974), em que as reações resultam na formação da cor vermelha, cuja intensidade é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra.

As leituras da absorbância foram realizadas a  $\lambda = 500\text{nm}$ , utilizando espectrofotômetro Procarry 50 com auxílio da sonda de leitura diretamente nos tubos.

Para a dosagem do HDL-colesterol, foi utilizado o método proposto por Warnick et al. (1985), com o sistema para precipitação de lipoproteínas. Segundo esta metodologia, as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) são precipitadas pelo ácido fosfotungstico e cloreto de magnésio; após centrifugação da amostra, o colesterol ligado às lipoproteínas de alta densidade (HDL) é determinado no sobrenadante, utilizando-se a metodologia para a dosagem de colesterol total (em concentração de monoreagente dobrada) descrita anteriormente.

Para o cálculo de VLDL no soro, foi utilizada a seguinte fórmula:  $\text{VLDL} = \text{Triacilglicerol}/5$ .

Os triacilgliceróis foram determinados seguindo a metodologia proposta por Fossati & Prencipe (1982), utilizando-se o kit enzimático. As reações resultam na formação da cor vermelha, cuja intensidade da cor é diretamente proporcional à concentração de triacilglicerol na amostra. As leituras de absorbância também foram realizadas da mesma forma que para o colesterol total.

## **2.5 Análise estatística**

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado (DIC). Para as análises biológicas e bioquímicas foram cinco tratamentos com seis repetições sendo que para as análises bioquímicas foi considerada a média de triplicatas. Os resultados foram expressos com a média  $\pm$  SD de acordo com o teste de Tukey, utilizando-se o software GraphPad InStat, com valores de  $p < 0,01$  considerados diferenças significativas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Consumo alimentar, ganho de peso e eficiência de eficácia alimentar

A Tabela 2 apresenta os valores médios diários encontrados durante a fase experimental do consumo de ração, ganho de peso e eficiência de eficácia alimentar.

TABELA 2. Valores médios diários de consumo das dietas (CMD), ganho de peso (GMD) e coeficiente de eficiência alimentar (CEA) dos animais durante os 42 dias de experimento

Grupos	C M D* (g)	GMD** (g)	CEA***
GC (dieta padrão)	15,83 ± 2,33	3,50 ± 2,23	0,217
F (dieta com farinha)	15,82 ± 1,44	3,43 ± 2,05	0,217
FQ (Dieta com farinha e quefir)	15,35 ± 2,79	3,18 ± 3,56	0,207
Q (Dieta mais quefir)	16,65 ± 3,21	3,39 ± 3,44	0,204
HIP (Dieta hipercolesterolemiantes sem farinha e quefir)	14,39 ± 3,13	3,09 ± 3,00	0,214

\*CMD = consumo médio diário; \*\*G.M.D. = Ganho médio diário; \*\*\*C.E.A. = Coeficiente de eficiência alimentar.

O tipo de dieta não influenciou significativamente no consumo médio diário durante os 42 dias de tratamento.

O consumo médio de ração entre os grupos apresentou pouca variação e embora no grupo HIP (alimentado com dieta hipercolesterolemiantes sem a farinha e o quefir) o consumo tenha sido inferior, não foi significativa a diferença entre os demais tratamentos. Desta mesma forma, seguiu-se para os resultados de ganho de peso, em que não foram observadas diferenças significativas no desenvolvimento ponderal dos animais, estando coerente com a média de consumo aproximada entre os grupos.

Duarte et al. (2006), alimentando ratos wistar durante 15 semanas com dieta hiperlipídica, também não observaram diferença no consumo de ração quando comparado aos animais que consumiram dieta padrão, entretanto, foi observado no final do experimento aumento de peso nos animais que consumiram as dietas hiperlipídicas. Já nos trabalhos de Kretschmer et al. (2005), foi verificada redução do consumo de ração em animais que consumiram dieta com maior teor de lipídeos.

Os valores de eficiência de eficácia alimentar, indicativos da quantidade de alimento utilizada para o ganho de peso, mostraram semelhanças nos cinco tipos de dietas oferecidas. Portanto, não houve diferença estatística entre os resultados ( $p > 0,05$ ).

Morais (2002) e Pereira (2003) trabalhando com diferentes óleos vegetais e gordura suína, não observaram diferenças quanto ao tipo de fonte lipídica em relação ao consumo alimentar, desenvolvimento ponderal e CEA desses animais. Sousa et al. (2002) também não observaram diferenças quanto a fonte lipídica em ratos wistar recém-desmamados alimentados durante 6 semanas. Resultados parecidos foram apresentados no trabalho de Oliveira (1994).

Os resultados obtidos por estes autores são condizentes com os apresentados neste trabalho, uma vez que o tipo de fonte lipídica e a concentração de farinha não apresentaram diferenças significativas destas variáveis.

### **3.2 Influência da dieta nos níveis de lipídios plasmáticos**

Como pode ser observado na Figura 2, os diferentes tratamentos não alteraram de forma significativa o colesterol total. Este fato pode ser justificado pela elevação de HDL-c (Figura 3), uma vez que os animais tratados com o

fermentado de quefir mais farinha de banana (FQ) e aqueles alimentados somente com o fermentado de quefir (Q) apresentaram elevação de forma significativa nos níveis plasmáticos de HDL-c. Devido a isso, a consideração do resultado de colesterol total de forma isolada, não pode ser relevante.

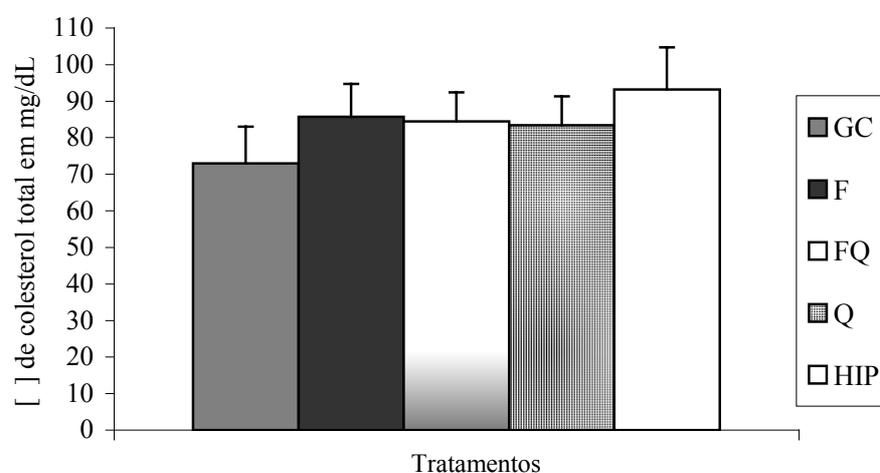


FIGURA 2 Níveis de colesterol total plasmático dos animais alimentados com farinha de banana e fermentado de quefir

A síntese de colesterol no organismo é um processo complexo. Nos mamíferos a produção de colesterol é regulada pela concentração de colesterol intracelular e pelos hormônios glucagon e insulina. O passo limitante na via para o colesterol é a conversão em mevalonato do  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilglutaril-CoA (HMG-CoA), a HMG-CoA redutase, a enzima que catalisa esta reação, é uma enzima reguladora complexa, cuja atividade pode ser variada em mais de 100 vezes. Ela é inibida alostericamente por derivados do colesterol, ainda não identificados, e do intermediário-chave mevalonato (Lehninger et al., 2007), e

tem sua atividade inibida por determinados medicamentos (Brody, 1994; Harvey & Champe, 1998; Champe et al., 2006; Lehninger et al., 2007).

Os ácidos graxos de cadeia curta como o acetato, propionato e butirato também estão envolvidos na redução do colesterol total por diminuição da atividade da HMG-CoA redutase, enzima chave na síntese de colesterol como já explicado anteriormente (Derivi et al., 2002; Lajolo & Menezes, 2006 e Lehninger, 2007). O butirato especificamente, ainda exerce vários outros benefícios fisiológicos, sendo um dos mais preponderantes a ação antineoplásica nas células intestinais (Lajolo & Menezes, 2006).

Langkilde et al. (2002) observaram que o consumo de farinha de banana verde crua e banana verde tratada termicamente por volta de 7,5% do peso total da dieta, induzem maior fermentação de acetato e butirato no cólon de seres humanos ileostomizados, sendo observado o mesmo processo *in vitro*. Os autores verificaram aumento superior de eliminação fecal do ácido quenodeoxicólico no grupo que consumiu farinha de banana verde crua, não sendo observado diferenças na eliminação de colesterol, ácido cólico e ácidos biliares totais entre as diferentes formas de bananas verdes oferecidas.

O aumento da eliminação fecal de ácidos biliares totais ou alguns de seus componentes causa aumento do número de receptores hepáticos de LDL-c para manter o fluxo de colesterol neste tecido, situação necessária para manter a síntese de ácidos biliares (Hirata & Hirata, 2002), assim como a própria inibição da HMG-CoA redutase que também leva a um aumento no número de receptores hepáticos para LDL-c, gerando por consequência, redução dos níveis plasmáticos de LDL-c (Da Silva et al., 2001).

Tamai et al. (1996) demonstraram que ratos que receberam leite fermentado com quefir e dieta hipercolesterolêmica tiveram seus níveis séricos e hepáticos de colesterol reduzidos. No entanto, não foram identificados níveis reduzidos de HDL-colesterol e triacilgliceróis. Ainda, as fezes e o soro

revelaram um menor índice de ácidos biliares, sugerindo que este composto esteja relacionado aos efeitos hipocolesterolêmicos do quefir. Moser & Savage (2001) indicaram que *Lactobacillus kefir* tem capacidade de hidrolisar determinados sais biliares. Em vasta revisão, St-Onge (2000) concluiu que o quefir, assim como diversas bebidas fermentadas, são classificados como agentes redutores de colesterol. No entanto, estes autores alertam para o fato de um número dos microrganismos componentes destes produtos não serem colonizadores naturais do aparelho digestório de humanos, acarretando a necessidade de ingestão diária para se atingir os efeitos desejados. Contrariando os resultados acima, os próprios autores concluíram, em estudo posterior com humanos recebendo o fermentado por quatro semanas, que o quefir não teve efeito no colesterol total, LDL-c, HDL-c ou concentrações de triacilgliceróis (St-Onge et al., 2002). A Figura 3 apresenta os níveis encontrados de HDL-c nos animais que receberam os diferentes tratamentos.

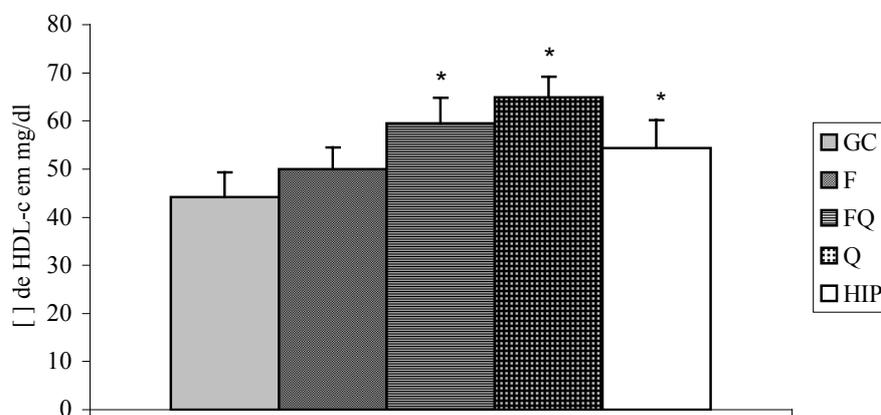


FIGURA 3 Concentração de HDL-c nos diferentes grupos alimentados com dietas hipercolesterolêmicas, farinha de banana e fermentado de quefir

Os baixos níveis plasmáticos de HDL-c estão diretamente relacionados com as doenças cardíacas coronarianas (Pereira, 2003 e Pereira & Gibson, 2002).

Os animais que receberam a administração de fermentado de quefir (FQ e Q), apresentaram significativa elevação dos níveis plasmáticos de HDL-c. Já em relação aos animais do HIP, se justifica a elevação do HDL-c devido ao fato de terem sido alimentados com dieta hipercolesterolêmica sem nenhuma intervenção, uma vez que a elevação de colesterol gera aumento na concentração de lipoproteínas para que o mesmo seja transportado (Lehninger, 2007).

Os benefícios para o sistema cardiovascular do quefir podem ser melhor justificados quando se observa as Figuras 4 e 5, as quais demonstram que os animais do HIP, assim como os outros grupos que não consumiram o fermentado de quefir, mantiveram os níveis de VLDL-c e triacilgliceróis elevados. No entanto, essa afirmativa se reforça quando se observam os valores encontrados para os animais alimentados com farinha de banana mais o

fermentado de quefir (FQ) e para aqueles alimentados somente com o fermentado de quefir (Q), os quais apresentaram redução de forma significativa dos níveis de VLDL-c e triacilgliceróis quando comparados aos demais grupos.

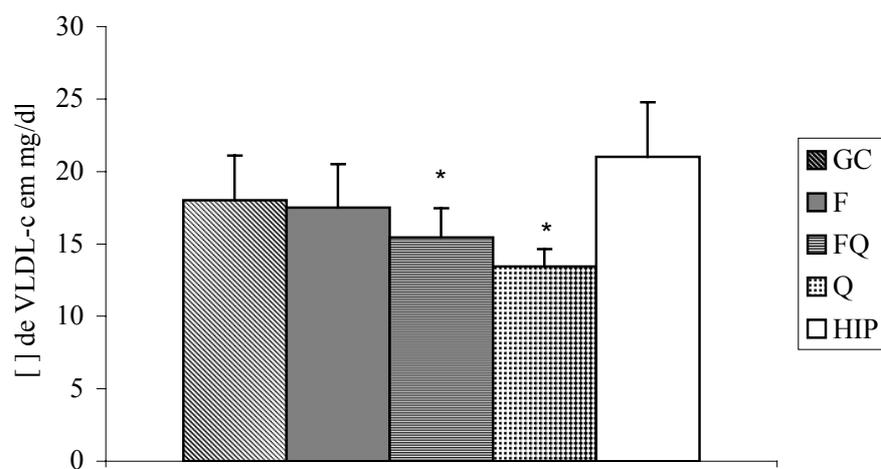


FIGURA 4 Efeito da farinha de banana e do fermentado de quefir nos níveis plasmáticos de VLDL-c.

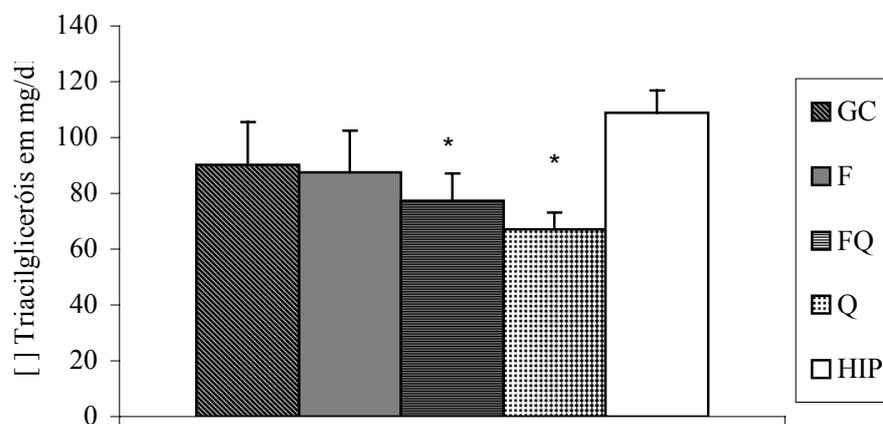


FIGURA 5 Efeito da farinha de banana e do fermentado de quefir nos níveis plasmáticos de triacilgliceróis.

Outros efeitos probióticos do quefir também são reportados pela literatura. Uma ação hipocolesterolêmica propiciada pelo consumo de quefir foi evidenciada em pacientes hipercolesterolêmicos na Rússia (Fan et al., 1985), embora estudos recentes não tenham comprovado a sua eficácia em dislipidemias humanas (St-Onge et al., 2002). Proteção e regeneração hepáticas foram observadas com o uso de dietas suplementadas com quefir, em ratos machos CFY hepatectomizados parcialmente em até 70 % do órgão (Schmidt et al., 1984).

De outra forma, nos estudos de Roberfroid (1993), foi relatado que apesar da inulina não estar incluída na fração de carboidratos, quantificada pelos métodos clássicos como fibra alimentar apresenta a maioria de seus efeitos fisiológicos. Assim, inulina e oligofrutose são consideradas fibras alimentares por promoverem redução de triacilgliceróis séricos e de colesterol total, além de induzir a produção de bactérias bífidas, as quais estimulam a digestão e o

sistema imunológico. Estas bactérias metabolizam frutose e frutooligossacarídeos a ácido acético e ácido lático na proporção 3:2. O meio ácido proporcionado pela *Bifidobacteria* no intestino grosso inibe o crescimento de bactérias putrefativas e patogênicas. Este fato leva a redução na síntese de metabólitos tóxicos.

A inulina e oligofrutose são substâncias com diversas ações prebióticas no organismo, entre elas, a indução de fermentação pela microbiota intestinal formando ácidos graxos de cadeia curta. Essas substâncias de atividades prebióticas podem ser encontradas na porcentagem de 0,3 a 0,7% na polpa de banana (Haully & Moscatto, 2002 e Pereira & Gibson, 2002). Portanto, mesmo que não tenha influenciado na redução dos níveis plasmáticos de lipoproteínas e triacilgliceróis quando consumida sem a administração do fermentado de quefir, a farinha de banana pode ser considerada uma fonte natural de substâncias com atividades prebióticas além de ser importante fonte de fibras alimentares. Inclusive, como apresentado no capítulo 2, o consumo nas concentrações de 10% e 15% de farinha da polpa é capaz de reduzir o índice glicêmico da dieta de forma significativa.

Contudo, como o consumo da farinha de polpa de banana reduziu de forma significativa o índice glicêmico da dieta consumida pelos animais, o consumo deste produto deve ser estimulado, mesmo em concentrações menores, uma vez que em concomitância com outros alimentos de ações parecidas podem induzir ações prebióticas, principalmente aquelas que atuam na prevenção de doenças cardíacas coronarianas. Essa hipótese pode ser reforçada por trabalhos (Rizkalla et al., 2002) que apresentam evidências de que dietas com baixo índice glicêmico elevam os níveis de HDL-c, reduzindo o risco de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares.

## **5 CONCLUSÕES**

Os diferentes tratamentos não influenciaram no coeficiente de eficácia alimentar, tanto para os animais que consumiram a farinha de banana quanto para aqueles que consumiram o fermentado de quefir.

A elevação de HDL-c e redução dos níveis plasmáticos de VLDL-c e triacilgliceróis pelos animais alimentados com fermentado de quefir sugere que este produto pode ser benéfico no que diz respeito à prevenção de doenças cardiovasculares, promovendo uma ação probiótica deste produto. Outros estudos precisam ser realizados com elaboração de diferentes técnicas para melhor confirmação deste efeito.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of serum total cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470, 1974.

ALM, L. Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individual. **Journal Dairy Scientific**, Champaign, n. 65, p. 346-352, 1982.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. Califórnia: Academic, 1994. 658p.

CANNIATTI-BRAZACA, S. G. **Enriquecimento protéico das farinhas de arroz, banana e mandioca através de fermentação semi-sólida com fungos filamentosos**. 1989. 119 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CARDOSO, L. G. V.; FERREIRA, M. S.; SCHNEEDORF, J. M.; CARVALHO, J. C. T. Avaliação de fermentado de quefir sobre o trânsito intestinal de ratos. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, São Paulo, v. 1, n. 3, p.107-109, 2003.

CARVALHO, J. C. T. **Fitoterápicos antiinflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas**. Ribeirão Preto, SP: Tecmedd, 2004. Cap. 33, p. 441-467.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 533 p.

DA SILVA, R. R.; DE OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J. et al. Efeito hipolipidêmico dos flavonóides naringina e rutina. **ALAN**, v. 51, n. 3, p. 258-264, set. 2001.

DERIVI, S. C. N. et al. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*, L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 164-169, maio/ago. 2002.

DIPLOCK, A. T. **Scientific concepts of functional foods in Europe**. Consensus Document. Draft. ILSI. F.F., 1988. p.50.

- DUARTE, A. C. G. O. et al. High-fat diet and secretory capacity of insulin in rats. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 19, n. 3, 2006.
- FAN, T. K.; PHAM, H.; LYONG, T. T.; LE, T. Effect of soybean quefir on the course of hypercholesterolemia in patients. **Vopr. Pitan.**, v. 3, p. 71-72, 1985.
- FONSECA, H. ; NOGUEIRA, J. N. ; ANNICCHINO, A. V. K. Influência da interação do pré-aquecimento e da remoção da película externa, na elaboração de passas de banana. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, SP, v. 31, p. 555-569, 1974.
- FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. **Clinical Chem.** v. 28, n.10, p. 2077-2080, Oct. 1982.
- HARVEY, R. A.; CHAMPE, P. C. **Farmacologia ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 478 p.
- HAULY, M. C. O.; MOSCATO, J. A. Inulina e oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológica**, v.23, n. 1, p.105-108, dez. 2002.
- HIRATA, M. H.; HIRATA, R. D. C. Transporte de ácidos graxos no plasma. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. Manole: Barueri, 2002. 580 p.
- KRETSCHMER, B. D.; SCHELLING, P.; BEIER, N.; LIEBSCHER, C.; TREUTEL, S.; KRÜGER, N. et al. Modulatory role of food, feeding regime and physical exercise on body weight and insulin resistance. **Life Science**, v. 76, n. 14, p.1553-73, 2005.
- LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648 p.
- LANGKILDE, A. M.; CHAMP, M.; ANDERSON, H. Effects of high-resistant-starch banana flour (RS2) on in vitro fermentation and the small-bowel excretion of energy, nutrients, and sterols: an ileostomy study. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 75, p. 104-111, 2002.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX; M. M. **Princípios de bioquímica**. 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2007. 1232 p.

MORAIS, C. S. N. **Efeito do tipo e concentração de óleos vegetais e de gordura animal sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos.** 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOSER, S. A.; SAVAGE, D. C. Bile salt hydrolase activity and resistance to toxicity of conjugated bile salts are unrelated properties in *Lactobacilli*. **Applied Environmental Microbiology**, v. 67, n. 8, p. 3476-3480, 2001.

OLIVEIRA, M. R. M. **Lípidos séricos e hepáticos em ratos tratados com dieta contendo óleo de peixes de rios brasileiros.** 1994. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP.

PELLET, P. L.; YOUNG, V. R. **Nutritional evaluation of protein foods:** report of a working group sponsored by The International Union of Nutritional Sciences and the United Nations University World Hunger Programme. Tokyo: The United Nations University, 1980. p. 153.

PEREIRA, D. I. A.; GIBSON, G. R. Effects of consumption of probiotics and prebiotics on serum lipid levels in humans. **Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology**, v. 37, n. 4, p. 259-281, 2002.

PEREIRA, M. C. A. **Características de fontes lipídicas comerciais e seus efeitos sobre o perfil lipídico plasmático, hepático e cerebral de ratos.** 2003. 125p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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, 1993.

RIZKALLA, S. W.; BELLISLE F.; SLAMA, G. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and health individuals. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 3, p. 255-262, 2002.

ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 2, p. 103-148, Mar. 1993.

SALOFF-COASTE, C. J. K. Probióticos. **Danonne**, Newsletter, n.11, p. 1-8, 1986.

SCHMIDT, P.; VASS, A.; SZAKALY, S. Effect of fermented milk diets on regeneration of the rat liver. **Acta Med. Hung.** v. 41, n. 2-3, p. 163-169, 1984.

SOUSA, R. V. **Desempenho, qualidade de carcaça e da carne e perfil lipídico de suínos de 70 a 100 kg de peso vivo alimentados com rações contendo diferentes óleos.** 2002. 146 p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ST-ONGE, M. P.; FARNWORTH, E. R.; JONES, P. J. H. Consumption of fermented and nonfermented dairy products: effects on cholesterol concentrations and metabolism. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 71, n. 3, p. 674-681, 2000.

ST-ONGE, M. P.; FARNWORTH, E. R.; SAVARD, T.; CHABOT, D.; MAFU, A.; JONES, P. J. H. Kefir consumption does not alter plasma lipid level or cholesterol fractional syntheses rates relative to milk in hyperlipidemic men: a randomized controlled trial. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 2, n. 1, p. 27-31, 2002. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/2/1/>>. Acesso em: 24 abr. 2005.

TAMAI, Y.; YOSHIMITSU, N.; WATANABE, Y.; KUWABARA, Y.; NAGAI, S. Effects of milk fermented by culturing with various lactic acid bacteria and a yeast on serum cholesterol level in rats. **Journal Ferm and Bioengineering**, v. 81, n. 2, p. 181-182, 1996.

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

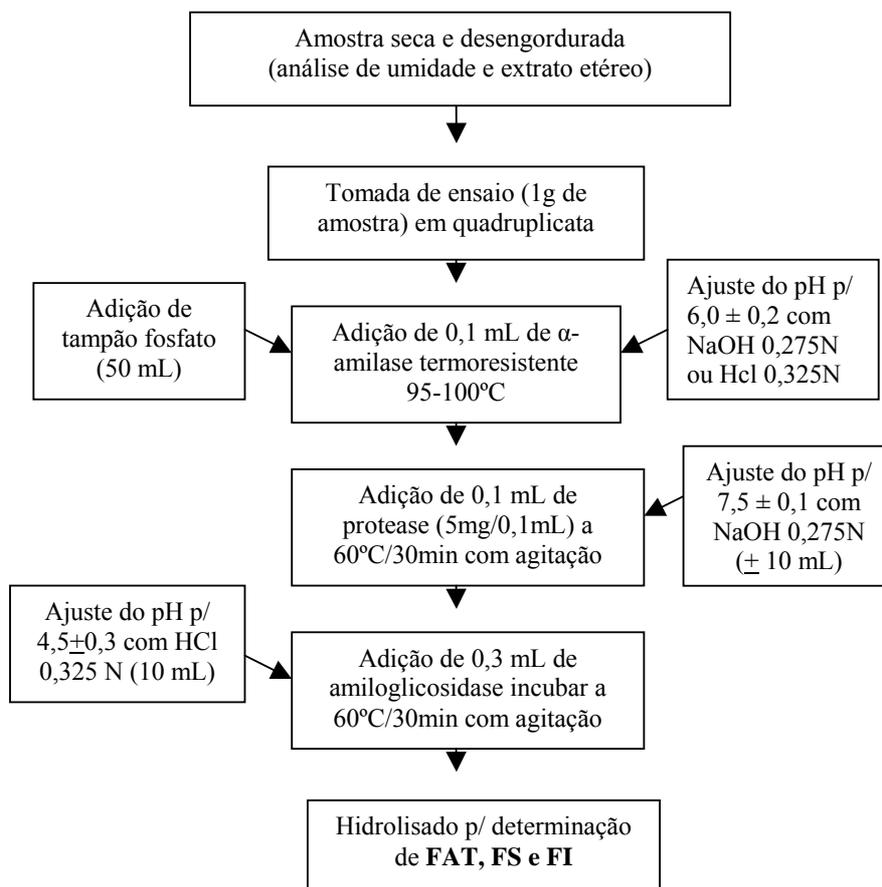
## ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b>	Metodologia usada para elaboração das farinhas de banana .....	128
<b>ANEXO 2.</b>	Esquema das etapas iniciais para análise de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra alimentar insolúvel (FI) .....	129
<b>ANEXO 3.</b>	Esquema das principais etapas para análise de fibra alimentar total (FAT) .....	130
<b>ANEXO 4.</b>	Esquema das principais etapas para análise de fibra alimentar insolúvel (FI) e fibra alimentar solúvel (FS).....	131
<b>ANEXO 5.</b>	Análise de variância de índice glicêmico obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana .....	132
<b>ANEXO 6.</b>	Análise de variância para CT obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana .....	132
<b>ANEXO 7.</b>	Análise de variância para HDL obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana .....	132
<b>ANEXO 8.</b>	Análise de variância para VLDL obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana .....	132
<b>ANEXO 9.</b>	Análise de variância para TAG obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana .....	132

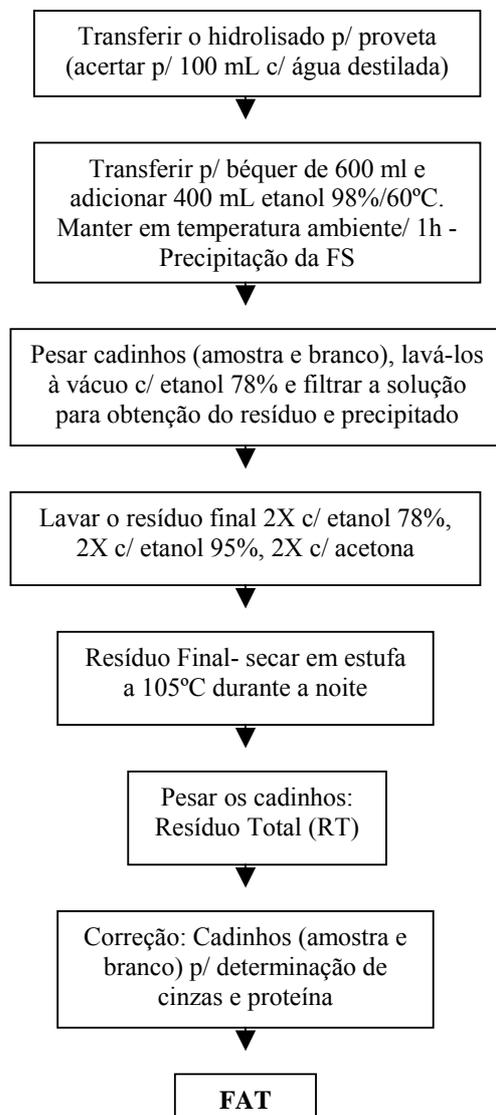
## **ANEXO 1. Metodologia usada para elaboração das farinhas de banana**

A banana prata no estágio 3 de maturação foi colocada em água a 85°C por 10 minutos. Em seguida foram retiradas as cascas das bananas cortando-as longitudinalmente em quatro partes, as quais foram colocadas em água destilada com metabissulfito de sódio a 0,5% durante 15 minutos para evitar o escurecimento. Após este tempo, os pedaços da polpa e da casca foram drenados separadamente e colocados em bandejas inox e secados em estufa de circulação de ar forçado a 55°C, até obtenção do peso constante (aproximadamente 36 horas). Os pedaços de banana foram triturados em pedaços menores, batidos em liquidificador industrial e em seguida foi moído em moinho de facas e passado por peneira de 30 “mesh” (1,8 mm).

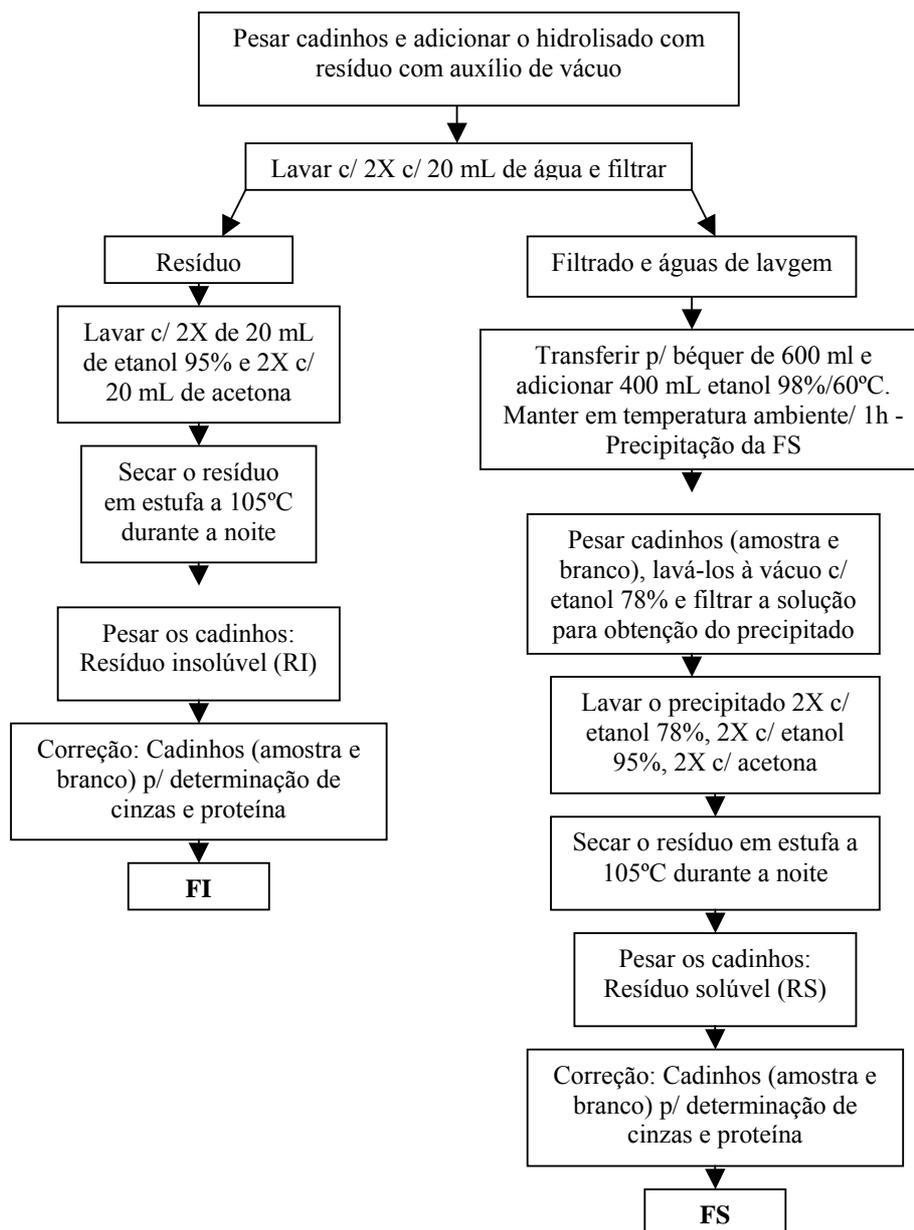
**ANEXO 2.** Esquema das etapas iniciais para análise de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FS) e fibra alimentar insolúvel (FI).



**ANEXO 3.** Esquema das principais etapas para análise de fibra alimentar total (FAT)



**ANEXO 4.** Esquema das principais etapas para análise de fibra alimentar insolúvel (FI) e fibra alimentar solúvel (FS)



**ANEXO 5.** Análise de variância de índice glicêmico obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	687,96	171,99	3,709	0,0144
Resíduo	30	1391,1	46,368		
CV (%)	7,32				

**ANEXO 6.** Análise de variância para CT obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1255,5	313,88	3,709	0,0136
Resíduo	25	2016,4	80,657		
CV (%)	10,70				

**ANEXO 7.** Análise de variância para HDL obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1592,3	398,09	17,079	0,0000
Resíduo	25	582,72	23,309		
CV (%)	8,844				

**ANEXO 8.** Análise de variância para VLDL obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	194,47	48,618	7,681	0,0004
Resíduo	25	158,24	6,330		
CV (%)	14,73				

**ANEXO 9.** Análise de variância para TAG obtidos nos animais alimentados durante 15 dias com as farinhas da polpa e da casca de banana

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	5869,5	1467,4	9,941	0,0001
Resíduo	25	3690,0	147,6		
CV (%)	14,06				