

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

ZÂNIA REGINA FERREIRA PEREIRA

**EFEITO HIPOGLICÊMICO DA FIBRA DO CUBIU (*Solanum Sessiliflorum* Dunal)  
EM RATOS DIABÉTICOS**

Manaus - AM

2001

ZÂNIA REGINA FERREIRA PEREIRA

**EFEITO HIPOGLICÊMICO DA FIBRA DO CUBIU (*Solanum Sessiliflorum Dunal*)  
EM RATOS DIABÉTICOS**

Dissertação submetida ao curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Dr.<sup>a</sup> Lucia Kiyoko Ozaki Yuyama

Manaus - AM

2001

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P436e      Pereira, Zânia Regina Ferreira  
            Efeito hipoglicêmico da fibra do cubiu (*Solanum sessiliflorum*  
            Dunal) em ratos diabéticos / Zânia Regina Ferreira Pereira. 2001  
            57 f.: 31 cm.

            Orientadora: Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama  
            Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade  
            Federal do Amazonas.

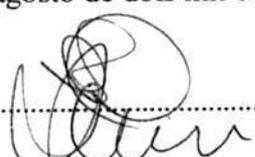
            1. cubiu . 2. fibra alimentar . 3. diabetes. 4. ratos. I. Yuyama,  
            Lúcia Kiyoko Ozaki II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



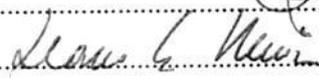
UNIVERSIDADE DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE FARMÁCIA - DEPTº DE MEDICAMENTOS E ALIMENTOS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

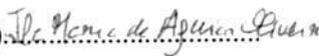
Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado da aluna **Zânia Regina Ferreira Pereira**, do Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade do Amazonas, área de Nutrição, realizada no dia vinte e três de agosto de dois mil e um.

Aos vinte e três dias do mês de agosto do ano de dois mil e um, às nove horas, na sala de aula do Curso de Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), **Zânia Regina Ferreira Pereira** realizou a defesa pública de sua Dissertação de Mestrado intitulada “**Efeito hipoglicêmico da fibra do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos diabéticos**”. Compuseram a banca examinadora os seguintes Professores Doutores: Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama (Orientadora - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Fernando Hélio Alencar (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) e Klaus Eberhard Stewien (Pesquisador Visitante do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). A apresentação foi seguida de argüição da candidata. Tendo respondido satisfatoriamente às questões formuladas pela comissão examinadora, a Dissertação foi considerada “APROVADA”, com a média 8 (oito) sendo-lhe concedido o título de MESTRE em Ciência de Alimentos, área de concentração em Nutrição. Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade do Amazonas, Manaus, AM, aos vinte e três de agosto de dois mil e um.

Profª. Drª. Lúcia Kiyoko Ozaki Yuama (ORIENTADORA-INPA).....

Prof. Dr. Fernando Hélio Alencar (INPA).....

Prof. Dr. Klaus Eberhard Stewien (INPA).....

Profª. Drª. Ila Maria de Aguiar Oliveira (COORDENADORA DO CURSO).....

À memória de meu pai, Manoel, meu eterno amor, respeito e admiração.

À minha mãe, Conceição, e familiares que, mesmo distante, torceram por mim.

Ao meu marido, Rogério, e aos meus filhos: João, Victória, Clara e Irving, que souberam compreender as minhas ausências e estiveram presentes nos momentos mais difíceis, apoiando e incentivando.

A vocês, todo o meu amor.

## **AGRADECIMENTOS**

À Professora Dr.<sup>a</sup> Lúcia Yuyama, pela paciência, ensinamentos e oportunidade de ter tido sua orientação.

À Coordenação de Pesquisa em Ciência da Saúde, Laboratório de Nutrição e Físico-Química de alimentos do Instituto de Pesquisa do Amazonas – INPA, onde desenvolvemos a parte experimental deste trabalho.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À Rosenilce pela dedicação e suporte técnico no Biotério para realização de todo trabalho experimental.

Aos técnicos: Aiub, Antônia, Lucimar, Senilda e Tatiana pela dedicação durante o aporte experimental.

Ao Dr. Jaime Paiva Lopes Aguiar pelo apoio dado em suas análises químicas.

Ao Dr. Luiz Ferreira do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina do Amazonas, pelas análises histopatológicas.

Ao Dr. Danilo Fernandes Silva Filho do INPA, pelas doações de cubiu.

Ao Biotério da Instituto de Pesquisa do Amazonas, pela doação dos animais de experimentação.

À colega Margareth pelo companheirismo durante o curso de Pós-Graduação.

À Deus que possibilitou tudo isto.

A todos aqueles que apoiaram direta ou indiretamente a realização deste trabalho.

*“É preciso ousar para dizer cientificamente que estudamos, aprendemos, ensinamos, conhecemos nosso corpo inteiro.*

*Com sentimentos, com as emoções, com os medos, com a paixão e também com a razão crítica. Jamais com esta apenas.*

*É preciso ousar para jamais dicotomizar cognitivo do emocional. ”*

(Paulo Freire)

## RESUMO

O presente estudo, avaliou o efeito da fibra alimentar do cubiu (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) em ratos diabéticos. Para tanto, foram utilizados frutos (cubiu) da Estação Experimental do ARIAÚ, do Instituto Nacional de Pesquisa do Amazonas (INPA) e ratos diabéticos do Biotério do INPA. O delineamento experimental incluiu um período de indução do diabetes em ratos adultos, pesando em média 250g, com a utilização de estreptozotocina (40mg/kg de peso corporal), por um período de 15 dias, seguido do período experimental de 28 dias. O delineamento experimental consistiu de 3 grupos de 10 ratos diabéticos e 1 grupo de 8 ratos normais (controle), distribuídos em blocos casualizados assim distribuídos: Grupo 1: ratos diabéticos, recebendo ração à base de caseína com 5% de fibra (celulose microcristalina); Grupo 2: ratos diabéticos recebendo ração à base de caseína com 10% de fibra (celulose microcristalina); Grupo 3: ratos diabéticos recebendo ração à base de caseína com 10% de fibra oriunda do cubiu e Grupo 4: grupo de ratos normais, recebendo ração à base de caseína com 5% de fibra (celulose microcristalina). Semanalmente foi coletado sangue dos ratos via caudal, para a análise de glicose de acordo com o método de Trinder (1966). Os resultados demonstraram que o cubiu é um fruto com baixo aporte calórico e uma fonte promissora de fibra alimentar. Os ratos que receberam a fibra oriunda do cubiu, apresentaram uma redução sérica de glicose ao final da 3ª (277,5 ± 68,0 mg/dL) e 4ª (224,4 ± 85,5 mg/dL) semana quando comparado ao grupo controle, fibra 10%, (351,4 ± 139,0 mg/dL). Dessa forma conclui-se, que de acordo com as concentrações de fibra alimentar utilizadas, o cubiu apresentou uma ação hipoglicêmica ao final do experimento, sugerindo mais estudos em relação ao maior impacto: polpa ou casca.

Palavras-chave: cubiu, fibra alimentar, diabetes, ratos

## ABSTRACT

The present study evaluated the effect of cubiu's dietary fiber (*Solanum Sessiliflorum Dunal*) on diabetic rats. For this purpose, fruits (cubiu) were used from the Experimental Station of ARIAÚ, from the National Research Institute of Amazonas (INPA) and diabetic rats from the INPA bioterium. The experimental trial design included a period of induction of diabetes in rats in adults, weighing an average of 250g, using streptozotocin (40mg/kg of body weight) for a period of 15 days, followed by the 28 day trial period. The experimental design consisted of 3 groups of 10 diabetics rats and 1 group of 8 normal rats (control), distributed in randomized blocks distributed as follows: Group 1: diabetic rats, receiving casein-based ration with 5% fiber (*microcrystalline cellulose*); Group 2: diabetic rats receiving casein-based ration with 10% fiber (*microcrystalline cellulose*); Group 3: diabetic rats receiving casein-based ration with 10% fiber from the cubiu and Group 4: group of normal rats, receiving casein-based ration with 5% fiber (*microcrystalline cellulose*). Weekly, was collected blood from the rats via caudal, for glucose analysis according to the method of Trinder (1966). The results demonstrated that cubiu is a low calorie fruit and a promising source of dietary fiber. The rats that received the fiber from the cubiu presented a serum glucose reduction at the end of the 3rd ( $277.5 \pm 68.0$  mg/dL) and 4th ( $224.4 \pm 85.5$  mg/dL) week when compared to the control group, 10% fiber, ( $351.4 \pm 139.0$  mg/dL). Therefore, it was concluded that, according to the concentrations of dietary fiber used, cubiu presented a hypoglycemic action at the end of the experiment, suggesting more studies in relation to the greatest impact: pulp or bark.

Keywords: cubiu, alimentary fiber, diabetes, mice

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
2.1 Geral .....	13
2.2 Específicos .....	13
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
3.1 Diabetes <i>Mellitus</i> .....	14
3.2 Classificação do Diabetes .....	14
3.2.1 Classificação etiológica do diabetes <i>mellitus</i> .....	15
3.2.1.3 Diabetes Tipo 1 .....	15
3.2.1.3 Diabetes Tipo 2 .....	16
3.2.1.3 Diabetes <i>Mellitus</i> Gestacional .....	16
3.3 Tratamento do Diabetes <i>Mellitus</i> – não medicamentoso .....	16
3.3.1 Plano Educacional .....	16
3.3.2 Atividade Física .....	17
3.3.3 Plano Alimentar .....	17
3.4 Tratamento do Diabetes <i>Mellitus</i> – medida medicamentosa .....	17
3.4.1 Drogas Orais .....	18
3.4.2 Drogas Injetáveis .....	18
3.5 Fibra Alimentar .....	18
3.6 Fibra Alimentar Solúvel .....	20
3.7 Fibra Alimentar Insolúvel .....	21
3.7.1 Estudos com Fibra Insolúvel .....	22
3.8 Cubiu ( <i>Solanum Sessiliflorum Dunal</i> ) .....	23
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	26
4.1 Frutos .....	26
4.2 Animais .....	26
4.3 Formulações das Rações .....	26
4.4 Preparo das Rações .....	27
4.4.1 Rações a base de caseína .....	27
<b>5 ENSAIO PILOTO</b> .....	28
<b>6 INDUÇÃO DO DIABETES <i>MELLITUS</i></b> .....	29

<b>7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</b> .....	30
<b>8 FARINHA DO CUBIU</b> .....	31
<b>9 PERÍODO EXPERIMENTAL</b> .....	32
<b>10 COLETA DE SANGUE</b> .....	33
<b>11 DETERMINAÇÃO DA FIBRA ALIMENTAR TOTAL – SOLÚVEL E INSOLÚVEL</b> .....	34
<b>12 EXAME HISTOLÓGICO</b> .....	35
<b>13 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	37
<b>14 RESULTADOS DO EXPERIMENTO BIOLÓGICO</b> .....	37
14.1 Teste Piloto .....	37
14.2 Consumo de Ração .....	37
14.3 Consumo Total de Ração .....	37
14.4 Peso Corporal .....	38
14.5 Concentração de Glicose .....	38
<b>15 DISCUSSÃO</b> .....	40
15.1 Composição Química .....	40
15.2 Indução do Diabetes .....	41
15.3 Consumo de Ração .....	42
15.4 Concentração Sérica de Glicose .....	42
15.5 Exame Histopatológico .....	44
<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47
<b>LITERATURAS CONSULTADAS</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Composição química e nutricional da polpa do cubiu ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal) em 100g de matéria integral .....	27
<b>Tabela 2:</b> Composição percentual básica das rações dos diferentes grupos de ratos .....	28
<b>Tabela 3:</b> Concentração Sérica de glicose dos animais dos diferentes grupos durante o período experimental .....	38
<b>Tabela 4:</b> Evolução do consumo médio de ração dos animais dos diferentes grupos durante o período experimental .....	38
<b>Tabela 5:</b> Consumo médio de ração dos animais dos diferentes grupos ao final do experimento .....	39
<b>Tabela 6:</b> Peso médio dos animais dos diferentes grupos no tempo zero e ao final de cada semana do experimento (28 dias) .....	39
<b>Tabela 7:</b> Concentração média de glicose dos animais dos diferentes grupos no tempo inicial e ao final de cada semana (28 dias) .....	40
<b>Tabela 8:</b> Composição química do “pool” da farinha de cubiu em 100g de base seca .....	41

## INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus é uma das doenças crônico-degenerativas mais comum que afetam a população mundial. É reconhecida pela elevação da concentração de glicose no sangue, caracterizada fundamentalmente, pela deficiência do pâncreas em produzir insulina, hormônio que controla o metabolismo da glicose, gordura e proteína (WHO, 1985).

Atualmente nos Estados Unidos e Canadá, estima-se que 1 entre 14 pessoas possuem ou poderão desenvolver o diabetes (Surveillance, 1997).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis por 70-80% da mortalidade nos países desenvolvidos e cerca de 40% naqueles em desenvolvimento (Hoet, 1991). Dentre as doenças, o diabetes mostra-se como um dos mais importantes e diretamente relacionado com a industrialização e as subsequentes mudanças nos hábitos da sociedade moderna.

A previsão do Diabetes Health Economics Study Group, da Federação Internacional de Diabetes — IDF, para o ano de 2025, é cerca de 300 milhões de pessoas no mundo, com diabetes (Gruber *et al*, 1998).

Na América Latina, a incidência de diabetes chega a ser um desafio de saúde pública, afetando uma entre quarenta e até mesmo uma entre vinte pessoas da população adulta (Johnson, 1991).

No Brasil o diabetes atinge aproximadamente cinco milhões de pessoas, em torno de 8% da população, na faixa etária entre 30 a 69 anos (Palitot, 2000).

Nos últimos anos a prevalência do diabetes vem crescendo acentuadamente com o processo de industrialização e urbanização populacional (Coelho & Martins, 1993). Estas mudanças de hábitos no estilo de vida, redução da atividade física e o desenvolvimento da obesidade que, associada ao estresse nos grandes centros urbanos, fomentam a eclosão do diabetes entre as pessoas geneticamente predispostas (Oliveira, 1999).

O tratamento do diabetes mellitus está diretamente relacionado com a etiologia, que pode ser viabilizada por terapia com insulina, dieta ou uma combinação de agentes hipoglicemiantes orais e dieta (Oakenfull *et al*, 1987).

O uso de dietas e alimentos integrais ricos em fibra alimentar insolúvel tem sua relevância sobre o trânsito intestinal e a fibra alimentar solúvel no metabolismo glicídico e lipídico (Coelho *et al* 1993; Coelho & Sannazzaro, 1994).

No metabolismo dos glicídios, a fibra solúvel age diminuindo a glicemia em jejum e pós-prandial, aumentando a secreção de insulina e reduzindo a frequência de hipoglicemia. Enquanto que, no metabolismo dos lipídios, diminui a concentração sérica de colesterol total, LDL (Lipoproteínas de Baixa Densidade) e triglicérides (Jenkins *et al*, 1989).

Dessa forma, explorar os recursos naturais da Amazônia, dentre eles o cubiu com potencial terapêutico no controle do diabetes, em especial, pelo conteúdo de fibra alimentar é o desafio do presente estudo.

A *Solanum sessiliflorum* Dunal da família solanácea, popularmente conhecida como cubiu é uma espécie nativa da Amazônia, amplamente distribuído na região equatorial úmida brasileira, peruano e colombiano (Pahlen, 1977).

De maneira geral, esta solanácea arbustiva vem sendo mantida nos sítios dos pequenos produtores rurais onde é cultivada em pequena escala. Os frutos do cubiu, são ricos em ferro, niacina, ácido cítrico e pectina. Por esta razão passou a ser estudado sob um novo enfoque, sendo utilizados como alimentos e medicamentos pelas famílias tradicionais da Amazônia. Como alimento são consumidos *in natura*, ou nas formas de sucos, doces, compotas, geleias e temperos de sopa e peixe. Como medicamento é usado no controle de prurido da pele e redução dos níveis elevados de colesterol, glicose e ácido úrico no sangue (Silva Filho *et al*, 1997).

A observação popular do efeito de plantas em patologias, muitas vezes tem respostas em observações científicas. Diante deste fato propõe-se analisar o efeito hipoglicêmico da fibra do cubiu em ratos diabéticos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o efeito da fibra alimentar do cubiu (*Solanum sessiliflorum Dunal*) sobre a concentração sérica de glicose em ratos diabéticos.

### 2.2 Específicos

- Avaliar a composição química do cubiu, em especial a fibra alimentar;
- Avaliar o impacto da utilização da estreptozotocina na indução do diabetes em rato;
- Avaliar semanalmente a resposta glicêmica de ratos diabéticos, por um período de 28 dias.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Diabetes Mellitus

O diabetes mellitus (DM), é uma das principais síndromes de evolução crônica que acomete o homem moderno em qualquer idade, condição social e localização geográfica. É causada por uma deficiência absoluta ou relativa de insulina que irá influenciar negativamente no metabolismo dos glicídios, proteínas, água, vitaminas e minerais (Oliveira, 1992).

A insulina no organismo humano desempenha várias funções dentre as quais pode-se citar: estimular a síntese e o armazenamento de proteínas e o transporte de glicose para o interior de outras células (Santos *et al*, 1996).

Sob circunstâncias normais, a homeostase da glicose é um balanço entre a produção de glicose pelo fígado e o consumo de glicose periférico, particularmente nos músculos (DeFronzo, 1994).

#### 3.2 Classificação do Diabetes

A primeira classificação universalmente aceita para o diabetes *mellitus* (DM) foi publicada em 1979 pelo *National Diabetes Data Group* (NDDG, 1979), posteriormente ratificada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1980) e modificada em 1985 (WHO, 1985). Em 1979/1980, foram propostas duas classes de DM: diabetes Mellitus Insulinodependente (DMID) ou tipo I e Diabetes Não Insulinodependente ou tipo II. Em 1985, os termos tipo I e tipo II foram omitidos, permanecendo as classes DMID e DMNID e uma classe de diabetes relacionada à desnutrição e “outros tipos”. Com o avanço dos conhecimentos a respeito do DM, e a verificação de novas suscetibilidades genéticas, assim como, a compreensão das bases imunológicas para o DM tipo I, a classificação aceita até então foi revisada.

A nova classificação e critérios para o diabetes *mellitus* foram propostos pela *American Diabetes Association* (ADA, 1997), e posteriormente endossada pela OMS, em 1998.

As principais mudanças propostas foram:

- Os termos diabetes insulino dependente e diabetes não insulino dependente e seus acrônimos (DMID e DMNID) foram eliminados. Estes termos geram confusão e frequentemente resultam em uma classificação do paciente, baseada mais no tratamento que na etiologia;
- Os termos tipo 1 e tipo 2 são mantidos com numerais arábicos em vez de numerais romanos;
- A classe diabetes mellitus relacionados à má nutrição foi eliminada;
- A classe intolerância à glicose (ITG) é reclassificada como um estágio de dificuldade na regulação da glicose, na história natural do distúrbio do metabolismo dos carboidratos, uma vez que a ITG era considerada uma classe na classificação anterior;
- Diabetes mellitus gestacional (DMG) é mantido como já definido pela OMS e NDDG. Passando a ser recomendado para a intolerância a glicose na gestação (Soares *et al*, 1999).

### **3.2.1 Classificação etiológica do diabetes *mellitus***

#### **3.2.1.1 Diabetes Tipo 1**

Este tipo de diabetes ocorre devido à destruição da célula  $\beta$  das ilhotas de Langerhans no pâncreas, por um processo mediado por autoimunidade celular ou por um processo desconhecido (idiopático), o que leva à absoluta deficiência de

insulina sendo conhecida também com diabetes juvenil, insulínodépendente ou tipo 1 (Bach, 1994).

### **3.2.1.2 Diabetes Tipo 2**

Previamente chamada de diabetes *mellitus* não insulínodépendente ou diabetes de início da vida adulta, este tipo de diabetes caracteriza-se por uma resistência a ação da insulina, presente desde o início do quadro, e uma deficiência relativa de insulina que se exacerba no decorrer da doença. A maioria dos pacientes é obesa, o que por si só já é uma causa de resistência à insulina (Caro, 1991) se não preenchem critério para obesidade pelo índice de massa corporal, têm aumento de gordura predominantemente na região abdominal (Ruderman *et al*, 1998).

### **3.2.1.3 Diabetes *Mellitus* Gestacional**

Este tipo de diabetes é definido como qualquer grau de intolerância à glicose com início ou primeiramente reconhecido durante a gravidez. Seis semanas ou mais após o parto, a mulher deve ser reclassificada. Na maioria dos casos, a regulação da glicemia volta ao normal, A identificação clínica do diabetes gestacional é importante, pois pode reduzir a morbidade e a mortalidade associadas (Oliveira, 1999).

## **3.3 Tratamento do Diabetes *Mellitus* – não medicamentoso**

### **3.3.1 Plano Educacional**

Propicia ao paciente a ampliação do conhecimento; alteração de atitudes e conduta frente à doença; concordância ao tratamento proposto, e maior aderência à terapia o que refletirá indiscutivelmente, na melhoria da qualidade de vida (Lerário, 1997).

### **3.3.2 Atividade Física**

Prática de exercícios resulta em menor necessidade de insulina pelo diabético (por aumento da sensibilidade periférica à insulina); melhora dos níveis de lipoproteínas (diminuição de LDL- colesterol e elevação do HDL- colesterol) e efeitos positivos no âmbito psicossocial (melhora da auto- estima e confiança), (Soman,1979). Há uma redução da concentração de hemoglobina glicosilada, melhora da hipertensão, aumento do gasto energético, condicionamento cardiovascular, aumento da força e flexibilidade (Oliveira, 1992).

### **3.3.3 Plano Alimentar**

A dieta deve ser orientada individualmente. O objetivo da terapia nutricional é manter a concentração glicêmica próxima ao normal e obter concentração ótima de: LDL, triglicerídeos e HDL.

Provisão de adequação calórica e de nutrientes para: manutenção de peso corpóreo adequado em adultos; manutenção das taxas de crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes; recuperação do estado nutricional dos pacientes; melhora da saúde em geral (Franz, 1994).

## **3.4 Tratamento do Diabetes *Mellitus* – medida medicamentosa**

### **3.4.1 Drogas Orais**

O objetivo é atingir a normoglicemia. Quando da elevação da glicemia após duas a oito semanas de alimentação adequada, deve ser iniciado o tratamento com medicação oral.

### **3.4.2 Drogas Injetáveis**

A insulina é o principal hormônio hipoglicemiante do organismo, respondendo também por importantes ações anabólicas como a síntese de proteínas e lipídios (Rossi, 1998).

A insulina pode ser de origem, bovina, suína e humana. A bovina difere da humana por conter três aminoácidos, enquanto que a suína contém um aminoácido, o que parece levar a uma maior ou menor imunogenicidade.

A insulina bovina parece ter um início mais lento, um pico mais tardio e maior duração de ação do que a suína. No mercado encontra-se as insulinas mistas: associação de suína com bovina (Rosenzweig, 1984; Lee *et al*, 1998).

O terceiro tipo é a insulina humana, que pode ser obtida por meio de técnicas de DNA recombinante ou a partir da insulina bovina trocando-se o aminoácido diferente. A insulina humana é rapidamente absorvida e tem início de ação mais precoce (Lerário, 1997).

## **3.5 Fibra Alimentar**

O termo fibra dietética foi usado pela primeira vez por Hipsley em 1953 (Palacio & Rambea, 1990).

A partir da década de 70 (setenta) o interesse pela fibra como parte da alimentação tem crescido consideravelmente.

As fibras são conceituadas como parte indigerível do alimento consumido, geralmente de origem vegetal (caules, folhas, sementes, raízes ou frutos). A composição e a propriedade da fibra alimentar variam em função da parte, espécie, fase de crescimento, fatores ambientais, idade (folhas tenras, ou coriáceas) e fatores ambientais. Há também de se considerar, os alimentos industrializados, aos quais adiciona-se “indigeríveis” para texturizar o produto (Pourchet, 1990).

Alguns estudiosos consideram que a fração fibrosa da dieta corresponde ao material indigerível derivado da parede celular vegetal (Mendez *et al*, 1992). Em outros trabalhos, fibras da dieta são definidas como polissacarídeos não digeríveis pelo organismo humano, mais a fração lignina (Larrauri, 1994; Lee & Prosky, 1992).

Atualmente, o termo mais adequado para designar esse grupo de substâncias químicas presentes nos alimentos de origem vegetal é Fibra Alimentar Total - FAT (Áreas & Reyes, 1996). Este termo refere-se a polissacarídeos e à lignina, acrescentados aos polímeros resultantes na molécula; compostos pirazínicos (Bobbio & Bobbio, 1984), de amido resistente: soma do amido e dos produtos da degradação do amido não absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis e de polidextroses (Camp & Faisant, 1996).

Deve-se ainda destacar os betaglucanos, que são homopolissacarídeos, com ligações  $\beta$  (1 - 3) e (1 - 4), com características reológicas semelhantes às da goma guar.

A viscosidade produzida por este polissacáride no trato digestivo é responsável pelos efeitos fisiológicos e metabólicos das fibras (Silva, 1995).

Alimentos ricos em fibras aumentam o número e o tempo de mastigação, advindo desse modo sinais de saciedade, diminuição da ingestão excessiva de alimentos e conseqüentemente menor ingestão calórica. Portanto, tal hábito deve ser estimulado como meio de seguir um melhor controle de algumas doenças crônicas degenerativas (Bobbio & Bobbio, 1984, Schwartz, 1982, Stryer, 1992; Walker, 1973). As fibras alimentares influenciam o metabolismo bacteriano ao nível

do cólon, regulam o aparelho digestivo por meio do aumento do bolo fecal e diminuição do tempo de trânsito intestinal, diminuem O risco de câncer e doenças gastrointestinal (Silva, 1995).

A principal característica física das Fibras Alimentares Totais, refere-se à sua propriedade de solubilidade e de insolubilidade em água. A funcionalidade das fibras alimentares solúveis (FAS) é afetada por seu polímero formador e por sua distribuição molecular. O tamanho das partículas e sua distribuição determinam os efeitos das fibras alimentares insolúveis (Walker, 1973).

As fibras solúveis em água, compreendem as substâncias pécticas, gomas, certas hemiceluloses e beta-glicanos. Lignina, celulose e algumas hemiceluloses constituem as fibras das dietas insolúveis em água (Walker, 1973). Em classificação mais recente, relata-se que a fibra alimentar total é constituída em proporção variada, por uma mistura de fibra alimentar insolúvel e solúvel (Areas & Reyes, 1996).

A fibra alimentar total determina efeito fisiológico diferente em cada segmento do trato gastrintestinal. Na boca, a presença de FAT promove a alteração na textura dos alimentos. Por isto, estes alimentos necessitam de maior tempo de mastigação, aumentando, por estímulos nervosos a sensação de saciedade (Areas & Reyes, 1996, Walker, 1973).

O tamanho das partículas, a solubilidade, a capacidade de hidratação, o processamento de cocção dos vegetais e a taxa de fermentação da fibra alimentar, parecem ser os fatores mais importantes na determinação do tempo de trânsito intestinal (Areas & Reyes, 1996, Silva, 1995).

### **3.6 Fibra Alimentar Solúvel (FAS)**

De acordo com a literatura, as FAS retardam o tempo de esvaziamento do estômago (Mendez et al, 1992), mantendo a sensação de saciedade por um período mais prolongado (Schwartz, 1982). Outros pesquisadores verificaram que a pectina

retarda o esvaziamento gástrico de alimentos líquidos e sólidos (Schultes, 1962). As fibras formadoras de um gel viscoso podem retardar a absorção de glicose por meio do esvaziamento gástrico mais lento (Flourié, 1992). Entretanto, estudos demonstram que a taxa de esvaziamento gástrico não correlacionou com as concentrações plasmáticas de glicose pós-prandial, após administração de goma guar, sugerindo que a ação de polissacarídeos sobre o esvaziamento gástrico pode não ter sido fator dominante na redução da glicemia pós-prandial (Flourié, 1992, Schwartz, 1982).

A composição química, o teor calórico e a osmolaridade dos alimentos, assim como o pH do conteúdo gástrico e a ação de hormônios intestinais influenciam a velocidade de esvaziamento gástrico (Schwartz, 1982).

Foi relatado que duas proteases pancreáticas — tripsina e quimiotripsina — são inibidas in vivo pela pectina, o que sugere um menor aproveitamento, no trato gastrointestinal humano, da proteína dietética, se ela for ingerida juntamente com as fibras solúveis (Araújo & Araújo, 1998).

### **3.7 Fibra Alimentar Insolúvel (FAI)**

Na literatura, existem relatos de interferência das FAI nos processos de digestão e de absorção no trato gastrointestinal (Araújo, 1998).

As fibras alimentares insolúveis afetam o tempo de trânsito gastrointestinal e o bolo fecal mas tem pouco impacto nos níveis de glicose, insulina e colesterol plasmático (American Diabetes Association, 1999).

Em alimentos integrais, como arroz ou trigo, as camadas, que contêm fibras, podem servir como uma barreira à enzimas digestivas, reduzindo a digestibilidade do amido no grão (Snow, 1981; Wong, 1985).

As FAI são mais resistentes a degradação bacteriana, no intestino grosso, ocasionando maior formação de fezes, não pela presença física das fibras, mas

também pela retenção de água, por consequência, o trânsito colônico é acelerado (Edwards, 1990).

### 3.7.1 Estudos com Fibra Alimentar

Jenkins *et al.* (1980), estudaram em indivíduos diabéticos, o efeito de diferentes alimentos (leguminosas, pães, amiláceos e cereais matinais), sobre a glicose sanguínea. Os resultados mostraram que as leguminosas apresentaram um menor valor para a glicemia pós-prandial. Os autores sugerem que os alimentos ricos em fibras podem ser eficazes e aceitáveis do que preparações de fibras purificadas.

Gordon (1989), analisou o impacto da adição do farelo de trigo em ração de ratos, sobre a mucosa do intestino grosso. Os resultados demonstraram que a mucosa parece ter sua fisiologia afetada pelas fibras insolúveis, causando significativo aumento da proliferação das células do cólon.

Dias *et al.* (1994) demonstraram que o farelo de arroz possui alta concentração de fibras, predominando as do tipo insolúveis como hemicelulose e lignina, os quais atuam como protetoras do cólon.

Di Pietro *et al.* (1994) avaliaram o efeito da fração fibra (pectina e lignina) e fonte de fibra (fibrax) em ração rica ou pobre em colesterol sobre a concentração sérica do colesterol HDL — COL, e triacilglicerol de ratos. Foram aplicados 8 tipos de rações: 2 grupos controles (sem fibra, com ou sem adição de 19% de colesterol) e 6 grupos testes (com 59% de lignina ou 5g% de pectina ou 109% de fibrax, com ou sem adição de 19% de colesterol). O experimento foi realizado por 42 dias, utilizando 58 ratos. Ao final do experimento, verificou-se que a pectina baixou o colesterol sérico e a ração rica em colesterol apresentou baixa concentração de HDL sérico. Fibrax aumentou o colesterol sérico, porém baixou triacilglicerol quando foi adicionado o colesterol na ração. Os ratos que receberam ração com colesterol, obtiveram menor concentração de HDL, em ração isenta de fibra alimentar.

Silva (1995) estudou a influência da quantidade e qualidade da proteína e fibra sobre alguns parâmetros: plasma, músculo e cartilagem de ratos em crescimento. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, os ratos foram divididos em sete grupos e utilizados celulose como fonte de fibra, com teores de 5% a 20% na dieta, alternando-se as fontes e teores proteicos entre caseína e mistura de arroz e feijão na proporção de 1:1. No segundo experimento, utilizaram teores de fibras de 15%, tanto de celulose como de pectina, variando-se a fonte de proteína entre caseína e a mistura de arroz e feijão (3:1), ambas com 8,5% de proteína. Verificou-se que os grupos com dieta hipoproteica (teores de 8,5%) foram os mais seriamente comprometidos e mais seriamente afetados na avaliação do peso corpóreo e dos parâmetros bioquímicos nos tecidos. Os grupos submetidos à pectina como fonte de fibra tiveram alterações mais acentuadas quando comparados aos grupos alimentados com modelos experimentais de crescimento e desenvolvimento.

Sindhurani *et al.* (1998) analisaram a fração hemicelulose e celulose de um determinado coco em ratos. Os resultados mostraram diminuição nas concentrações séricas do colesterol total, LDL + VLDL e aumento da HDL nos animais que receberam hemicelulose. Yuan *et al.* (1998) estudaram o efeito hipoglicêmico da fibra solúvel de polissacarídeos (FA) das fruteiras da *Aureolaria — Judae* Quel. Verificaram que 30g de fibra solúvel, houve um efeito significativo na redução da glicose sérica dos camundongos. Os resultados demonstram que a fibra solúvel tem um efeito hipoglicêmico nos camundongos.

### **3.8 Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)**

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é uma planta frutífera herbácea, cujo potencial para sua industrialização e consumo direto, ainda não foi devidamente estudado no Brasil (Pahlen, 1977).

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é um arbusto 1,00 a 2,00m de altura, ereta, ramificada, de até três anos de vida em condições boas de desenvolvimento.

Toda parte aérea é coberta por uma pilosidade densa sem espinhos, que cresce no latossolo e no solo arenoso do trópico úmido baixo da Amazônia. É uma planta heliófila, na sombra cresce menos que em pleno sol (Brücher, 1973).

Quando as condições são adversas, o desenvolvimento da planta e o número de frutos são menores, mas os tamanhos das folhas e frutos permanecem quase invariáveis, ao contrário do que ocorre com outras solanáceas, como o fumo, tomate e pimentão, onde o tamanho de folhas e frutos varia de acordo com as condições de desenvolvimento (Pahlen, 1977).

O cubiu apresenta a vantagem de ter um ciclo curto que permite um investimento menor, embora sua produção também tenha um ciclo curto.

Esta planta é originária do alto Orinoco e cultivada em toda Amazônia, Peru, Colômbia e Venezuela. É rara no Estado do Pará (Brücher, 1973, Schultes, 1962).

Na Amazônia Ocidental, onde foi cultivada pelos índios pré-colombianos, a população existente está distribuída em várias localidades onde foram encontrados tipos diferentes dessa espécie. Nessas localidades, pode-se perceber variações consideráveis quanto ao tamanho do fruto e rendimento, permitindo concluir que os Ameríndios gastaram tempo e esforço para que os frutos alcançassem o estado atual (McCready & McCready, 1952).

O fruto apresenta forma variada de acordo com o genótipo, ou seja, redondo, achatado, quinado, ou alongado, verde quando imatura, amarela quando madura e finalmente de um marrom avermelhado, coberto de pelos curtos quebradiços, que são facilmente removidos esfregando-se os frutos (Pahlen, 1977).

O fruto oblongo tem quatro lóculos e os frutos redondos de quatro a seis. Cada fruto contém de 500 a 2000 sementes glabras, ovaladas, achatadas. O peso de mil sementes é de 1,20g e o dos frutos varia entre 30 a 4009, dependendo do genótipo (Schultes, 1962). Existe outra espécie (*Solanum platyphyllum* Humb. e Bonpl) no oeste da Amazônia com frutos menores -2 cm de diâmetro - (Brücher, 1973).

O cubiu é consumido in natura como ingrediente nas saladas, como aromatizante em sorvetes, como bebida refrescante e também na forma de

marmelada, sobremesas e como tempero de peixes e carnes. No Peru, o produto tem ampla aceitação no comércio interno, assim como no externo, sendo os produtos industrializados na forma de sucos, geleias, compotas e doces (Macedo, 1999).

A composição química do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), (Tabela 1), demonstra alto teor de umidade e quantidades expressivas de niacina, cálcio e fósforo (Pahlen, 1977).

**Tabela 1:** Composição química e nutricional da polpa do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em 100g de matéria integral.

Composição	
Umidade	92
Proteína	0,6 g
Fibra	0,4 g
Cálcio	12 mg
Fósforo	14 mg
Ferro	0,6 g
Caroteno	0,14 g
Tiamina	0,025 mg
Niacina	0,5 mg
Extrato Etéreo	1,4 g
Carboidratos	5,7 g

**\*Tabela compilada de PAHLEN (1977).**

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Frutos

Foram utilizados frutos do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) das populações: RES - 1, ACS - 1, CBS - 1, ARS — 1. Oriundos da Estação Experimental do ARIAU, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, perfazendo um total de 60 kg. Os frutos foram coletados em estado de amadurecimento comercial e de uma mesma variedade.

### 4.2 Animais

Foram utilizados 30 ratos machos diabéticos induzidos e 8 ratos normais (*Rhatus norvergicus*, var. *albinus*. *Rodentia: Mammalia*), com aproximadamente 250g, da linhagem “wistar”, procedente do Biotério do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA.

### 4.3 Formulações das Rações

**Tabela 2:** Composição percentual básica das rações dos diferentes grupos de ratos.

COMPONENTES	GRUPOS			
	<b>G1</b> FIBRA 5%	<b>G2</b> FIBRA 10%	<b>G3</b> FIBRA 10% CUBIU	<b>G4</b> FIBRA 5%
Caseína	14%	14%	14%	14%
L - cistina	0.18%	0.18%	0.18%	0.18%
Óleo de soja	4%	4%	4%	4%
Fibra comercial	5%	10%	-	5%
Fibra do cubiu	-	-	10%	-
Sacarose	10%	10%	10%	10%
Mistura salina	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
Mistura vitamínica	1%	101%	201%	301%
Bitartarato de colina	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
Amido de milho (q.s.p. 100%)	62.07%	62.07%	62.07%	62.07%

*\*De acordo com as recomendações de REEVES et al, 1993.*

#### 4.4 Preparo das Rações

##### 4.4.1 Rações à base de caseína

As rações foram preparadas segundo as recomendações de Reeves *et al.* (1993).

## 5 ENSAIO PILOTO

O ensaio piloto consistiu de um período experimental de 15 dias, onde foram utilizados 10 ratos, que receberam uma dose de estreptozotocina na ordem de 40mg/kg, dissolvido em solução tampão de citrato de sódio, injetada na veia caudal. Paralelamente, correu-se um grupo controle, constituído de 10 ratos. No início e ao final de cada semana foi avaliada a concentração sérica de glicose dos ratos, a fim de verificar a ação diabetogênica da droga.

Durante esse período, os animais foram mantidos em gaiolas e alimentados por 15 dias com ração comercial.

## **6 INDUÇÃO DO DIABETES *MELLITUS***

A estreptozotocina foi dissolvida em solução tampão de citrato de sódio 0,01 M, pH 4,5 na concentração de 32,5 mg/mL e injetada via veia caudal nos animais previamente mantidos em jejum de 24 horas na dose de 40 mg/kg. Foram utilizados 75 ratos machos, pesando em média 250g. Durante este período os animais foram mantidos em gaiolas e alimentados por 15 dias com ração comercial. Após este período os ratos passaram a receber as rações experimentais por mais um período de 28 dias de acordo com o delineamento experimental. O ponto de corte para determinação da glicemia em jejum foi de 200 mg/dL.

## **7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

Consistiu de 4 tratamentos (grupos) com 10 repetições cada inteiramente casualizados, assim distribuídos:

**GRUPO 1: RATOS DIABÉTICOS - receberam ração à base de caseína com 5% de fibra (celulose microcristalina).**

**GRUPO 2: RATOS DIABÉTICOS- receberam ração à base de caseína com 10% fibra (celulose microcristalina).**

**GRUPO 3: RATOS DIABÉTICOS - receberam ração à base de caseína com 10% de fibra alimentar oriunda do cubiu.**

**GRUPO 4: RATOS NORMAIS - receberam ração à base de caseína com 5% de fibra (celulose microcristalina).**

## 8 FARINHA DO CUBIU

Após a coleta e seleção manual dos frutos, os mesmos foram lavados e tiveram os seus pedúnculos retirados. Foram cortados em pequenas porções, processados e secos em estufa com circulação de ar forçada a 60°C até peso constante, para a determinação da umidade. Em seguida, foram pulverizados, homogeneizados e acondicionados em sacos plásticos devidamente lacrados e armazenados em temperatura de -15°C até o momento de serem utilizados na forma de ração.

## 9 PERÍODO EXPERIMENTAL

O período experimental foi de 28 dias e semanalmente procedeu-se à coleta de sangue para a determinação da glicose. Os ratos receberam água e rações, “ad libitum”, designadas ao seu grupo, no período da manhã, com um ciclo de luz de 12 horas, alojados em gaiolas individuais à temperatura de  $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Diariamente foi efetuada a troca da água, assim a avaliação do consumo das rações. O controle da evolução ponderal foi semanal.

## 10 COLETA DE SANGUE

No tempo zero, ou seja, no início do experimento, o sangue foi coletado sempre da cauda de cada animal, após serem anestesiados com éter etílico p.a. Utilizamos quantidade de sangue suficiente para análise, onde foram centrifugados por 30 minutos, e separado o soro para a determinação quantitativa da glicose, de acordo com a técnica descrita por Trinder (1969).

## 11 DETERMINAÇÃO DA FIBRA ALIMENTAR TOTAL- SOLÚVEL E INSOLÚVEL

A partir da amostra desengordurada, foi determinada a fibra solúvel e insolúvel do cubiu e pelo método de Asp *et. al.* (1983). Este método consiste no tratamento da amostra com  $\alpha$ -amilase termo resistente e posterior digestão com pepsina e pancreatina, seguida da precipitação com etanol. Os teores de cinza e proteína do resíduo remanescente foram determinados de acordo com o método de AOAC (1995). Este método permite avaliar separadamente o conteúdo de fibra solúvel e insolúvel.

## 12 EXAME HISTOLÓGICO

Para a avaliação de uma possível alteração no segmento do intestino delgado de cada animal durante o consumo de fibra, o mesmo foi extraído e conservado em formol até o momento das análises. Os procedimentos para as análises histológicas, consistiram na clivagem do intestino delgado imerso na solução de formol a 10%, durante uma semana para fixação do material.

Após o período de fixação, o material foi lavado em água corrente por 30 minutos, desidratado em uma sequência de álcool (álcool a 70° GL, álcool a 96° GL) três vezes em álcool absoluto, por 30 minutos, seguido de três banhos consecutivos com xilol, por 30 minutos e dois consecutivos em parafina por um período superior a 12 horas.

As peças foram incluídas em blocos de parafina e realizadas os cortes de 5µm de espessura (em micrótomo), levados ao banho-maria para distender as peças que foram colocadas em lâminas de vidro. As lâminas foram coradas pela técnica de hematoxilina-eosina (Michalani, 1980).

### **13 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para as análises dos resultados obtidos no ensaio biológico, utilizou-se a análise de variância e para efeito de comparação entre as médias dos tratamentos o teste de Tukey com 5% de probabilidade (Pimentel Gomez, 1987).

## 14 RESULTADOS DO EXPERIMENTO BIOLÓGICO

### 14.1 A Tabela 3 corresponde à concentração sérica do teste piloto.

**Tabela 3:** Concentração sérica de glicose dos animais submetidos ao teste piloto após indução com estreptozotocina.

Animais	Concentração de glicose (mg/dL)
Experimental	311,80 ± 34,03 <sup>(a)</sup>
Controle	80,87 ± 20,25 <sup>(b)</sup>

*\*As mesmas letras no sentido vertical, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey*

14.2 A Tabela 4 corresponde ao consumo médio de ração dos animais no período de 28 dias.

**Tabela 4:** Evolução do consumo médio de ração pelos animais dos diferentes grupos durante o período experimental.

Grupos	Consumo de Ração (g)			
	T(1) Média e DP	T(2) Média e DP	T(3) Média e DP	T(4) Média e DP
Fibra 10%	90,0 ± 11,0 <sup>(a)</sup>	114,7 ± 15,7 <sup>(a)</sup>	92,1 ± 21,8 <sup>(b)</sup>	77,2 ± 27,6 <sup>(ab)</sup>
Fibra do Cubiu	83,94 ± 27,3 <sup>(a)</sup>	113,08 ± 27,6 <sup>(a)</sup>	116,39 ± 21,5 <sup>(a)</sup>	93,21 ± 23,0 <sup>(a)</sup>
Controle	82,26 ± 24,5 <sup>(a)</sup>	87,13 ± 16,7 <sup>(b)</sup>	46,57 ± 14,5 <sup>(c)</sup>	65,28 ± 14,5 <sup>(b)</sup>

*\*Letras distintas no sentido vertical, diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. DP- Desvio padrão.*

14.3 A Tabela 5 corresponde ao consumo total de ração pelos animais.

**Tabela 5:** Consumo médio total de ração pelos animais dos diferentes grupos ao final do experimento.

<b>Grupos</b>	<b>Consumo Total Média e DP</b>
Fibra 10%	377,94 ± 58,5(ab)
Fibra do Cubiu	418,20 ± 92,9(a)
Controle	285,03 ± 45,6(b)

*\*Letras distintas diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.*

**14.4** A Tabela 6 corresponde ao peso médio dos animais no período de 28 dias.

**Tabela 6:** Peso médio dos animais dos diferentes grupos no tempo zero e ao final de cada semana do experimento (28 dias).

<b>Grupos</b>	<b>Peso Médio (g)</b>				
	<b>T(0) Média e DP</b>	<b>T(1) Média e DP</b>	<b>T(2) Média e DP</b>	<b>T(3) Média e DP</b>	<b>T(4) Média e DP</b>
Fibra 10%	260,7 ± 28,5 <sup>(b)</sup>	171,3 ± 11,0 <sup>(b)</sup>	154,6 ± 11,7 <sup>(b)</sup>	139,8 ± 12,1 <sup>(b)</sup>	129,9 ± 14,7 <sup>(b)</sup>
Fibra do Cubiu	268,3 ± 27,0 <sup>(b)</sup>	185,5 ± 11,6 <sup>(b)</sup>	170,7 ± 21,9 <sup>(b)</sup>	158,6 ± 24,0 <sup>(b)</sup>	152,3 ± 25,4 <sup>(b)</sup>
Controle	329,1 ± 37,0 <sup>(a)</sup>	272,8 ± 27,8 <sup>(a)</sup>	265,5 ± 34,9 <sup>(a)</sup>	242,2 ± 37,6 <sup>(a)</sup>	266,4 ± 47,0 <sup>(a)</sup>

*\*Letras distintas no sentido vertical, diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. DP - Desvio padrão.*

**14.5** A Tabela 7 corresponde às concentrações médias de glicose dos animais.

**Tabela 7:** Concentração média de glicose sérica dos animais dos diferentes grupos no tempo inicial e ao final de cada semana do experimento (28 dias).

Grupos	T(0)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
	Média e DP	Média e DP	Média e DP	Média e DP	Média e DP
Fibra 10%	383,2 ± 27,5 <sup>(a)</sup>	363,0 ± 109,7 <sup>(a)</sup>	383,56 ± 62,2 <sup>(a)</sup>	346,4 ± 212,0 <sup>(a)</sup>	351,4 ± 139 <sup>(a)</sup>
Fibra do Cubiu	379,5 ± 28,3 <sup>(a)</sup>	365,6 ± 117,2 <sup>(a)</sup>	366,7 ± 133,8 <sup>(a)</sup>	277,5 ± 68,0 <sup>(ab)</sup>	224,4 ± 85,5 <sup>(b)</sup>
Controle	90,5 ± 19,0 <sup>(b)</sup>	133,0 ± 24,3 <sup>(b)</sup>	122,75 ± 23,9 <sup>(b)</sup>	145,9 ± 46,3 <sup>(b)</sup>	163,7 ± 33,1 <sup>(b)</sup>

***\*Letras distintas no sentido vertical, diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. DP — Desvio padrão.***

## 15 DISCUSSÃO

### 15.1 Composição Química do Cubiu

De acordo com as análises da composição química do cubiu (farinha), verificou-se alto teor de umidade (Tabela 8) característica marcante do fruto que vai de encontro aos achados da literatura (Pahlen, 1977, Macedo, 1999).

**Tabela 8:** Composição química do “pool” da farinha de cubiu em 100g de base seca.

Composição Química							
Fruto	Umidade (g)	Proteína (g)	Lipídeos (g)	Cinza (g)	Fibra (g)	Fração Nifext (g)	Energia (Cal)
Pool do Cubiu	95,91 ± 0,56	7,73 ± 0,2	8,04 ± 0,02,	7,19 ± 0,15	33	13,95	263,08

Entretanto, os teores de proteína e lipídios foram considerados baixos (Tabela 8), corroborando com os estudos de Pahlen (1977) e Macedo (1999).

O valor calórico aparentemente alto (Tabela 8), encontra-se em 100g de farinha de cubiu na base seca, que se dilui quando convertido em matéria integral caracterizando-o como um fruto hipocalórico. Estes resultados não são diferentes dos encontrados por Pahlen (1977) e Macedo (1999). Estudos envolvendo jiló também tem demonstrado que o mesmo é hipocalórico (Silva, 1995).

A concentração de fibra alimentar foi superior aos normalmente encontrados por Macedo (1999), provavelmente pelo fato da utilização do fruto inteiro, o que pode ter incorporado mais fibra oriundos da casca e semente.

Quando se compara a fibra alimentar do cubiu, com outras espécies do mesmo gênero como: berinjela (*S. melogena*) e jiló (*S. gilo Raddi*), verifica-se que o cubiu apresenta maior concentração (1,6%), enquanto que as demais (1,2%).

As variações do conteúdo da fibra dos frutos, podem ser inerentes a diversos fatores, como: a espécie, fase de crescimento, maturação do vegetal, métodos analisados, representatividade da amostra, condições de cultivo, métodos analíticos e grau de maturação (Reinhold *et al*, 1963).

O fruto verde apresenta maior teor de protopectina, que com o amadurecimento se transforma em pectina por ação da protopectinase (Silva, 1995).

Com o amadurecimento dos frutos, sucede a quebra e transformação das substâncias pectinas em açúcar e ácidos. Portanto, qualidade e quantidade de pectina a ser extraída, depende entre outros fatores da idade de maturação da matéria-prima.

Contudo, salienta-se que o fruto do cubiu foi colhido em estágio de amadurecimento comercial, forma em que normalmente é consumido.

## **15.2 Indução do Diabetes e Ensaio Piloto**

Foi utilizada a estreptozotocina (STZ), cujo mecanismo de ação diabetogênica é atribuído a citotoxicidade da substância, causando necrose de lesões degenerativas nas células betas.

A estreptozotocina é um derivado N nitroso da glucosamina (Heir *et al.*, 1967), com propriedades de um antibiótico, obtido da bactéria *streptomyces achromogenes*.

As ilhotas têm capacidade para acumular STZ, o que pode ser interpretado como uma habilidade seletiva das células beta de reconhecerem a molécula de glicose presente na estrutura da estreptozotocina, facilitando deste modo, sua entrada nas células. Dentro das células, o grupamento nitrosuréia da droga pode exibir a atividade da enzima superóxido dismutase, responsável pela neutralização de radicais livres. Desta forma a STZ, provoca um acúmulo destes radicais com consequente ação lesiva sobre as células beta (Junod *et al.*, 1967).

Ao final dos 15 dias, do ensaio piloto, verificou-se que a concentração sérica

de glicose dos animais submetidos a indução do diabetes foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) quando comparado com o grupo controle (Tabela 3), demonstrando a ação diabetogênica da droga.

### 15.3 Consumo de Ração

Praticamente não houve diferença significativa, em relação ao consumo de ração pelos ratos diabéticos do grupo cubiu e fibra 10%; entretanto, quando comparado com o grupo de ratos normais, os ratos diabéticos consumiram mais ração ( $p < 0,05$ ) (Tabelas 4 e 5).

Normalmente a polifagia é constatada em um terço dos diabéticos. Entretanto, a gênese do mecanismo ainda não está devidamente esclarecida (Brasil, 1993).

Em relação ao peso dos ratos, verifica-se uma perda significativa ( $p < 0,05$ ) entre os ratos diabéticos dos grupos caseína 10% e cubiu (Tabela 6).

Dessa forma os ratos diabéticos independente da fonte de fibra alimentar apresentaram maior perda de peso que os ratos normais, apesar do consumo de ração ter sido maior.

A perda de peso entre os ratos diabéticos, é possivelmente relacionada à utilização de agentes diabetogênicos, tipo e quantidade da fonte de fibra presente na ração, conforme relatam (Cruz & Lieselotte, 1986).

Uma outra variável mais condizente que possa estar justificando a perda de peso, é a descompensação metabólica aguda causada pela lipólise aumentada, pelo catabolismo proteico e pela desidratação (Brasil, 1993, Schelleni *et al*, 1995).

Frias & Sgarbieri (1998) também relacionaram a perda de peso dos ratos diabéticos ao processo catabólico acelerado de carboidratos, proteinase lipídios.

#### 15.4 Concentração Sérica de Glicose

Em relação à concentração sérica de glicose dos ratos diabéticos (Tabela 8), observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os ratos diabéticos dos grupos caseína 10% e cubiu, a partir da terceira (T3) e quarta (T4) semana.

Este fato sugere que inicialmente, houve um efeito da manutenção da glicemia (T2), seguida de um efeito lento (T3) e gradativo (T4) acreditamos que o efeito de redução da glicose em decorrência possivelmente da presença da fibra do cubiu na ração. O efeito da fibra dietética na absorção da glicose ou carboidratos, está amplamente documentado (Frias & Sgarbieri, 1988, Bittencourt, 1989, Anderson, 1980). Entretanto, os mecanismos pelos quais as fibras alimentares influenciam no metabolismo dos glicídios, ainda não estão totalmente esclarecidos. Contudo parece envolver alterações no trânsito intestinal e morfologia, resultando em menor absorção de carboidratos e outros nutrientes (Areas & Reyes, 1996).

As fibras atuam como barreira física e aceleram os movimentos intestinais ocasionando uma redução na absorção da glicose (Albrink, 1978). A glicose também pode ligar-se ao colesterol proporcionando uma maior excreção fecal, após o consumo de alimentos ricos em fibra alimentar (Jenkins, 1980).

As fibras solúveis, provocam alterações na mucina gástrica e na intestinal, a partir da coprecipitação destas substâncias químicas com glicoproteínas, promovendo a formação de um gel viscoso, que reduz a absorção de nutrientes como carboidratos (glicose) lipídios (Cassidy, 1990, Sugano, 1990).

A formação de géis, devido a sua capacidade de hidratar-se em meio aquoso, retém água em seu interior, alterando a velocidade de difusão na parte superior do intestino delgado, sendo parte da glicose excretada junto com a fibra (Ebihara & Kiriyaama, 1983, Trowll, 1976). As fibras formadoras de um gel viscoso, podem retardar a absorção de glicose por meio de esvaziamento gástrico mais lento (Leeds *et al*, 1979).

Anderson & Gustason (1987), mostraram em seus estudos que as fibras produzem vários efeitos benéficos no controle do diabetes. Permitem melhor

controle glicêmico, aumentam a sensibilidade periférica à insulina, reduzem as doses necessárias de insulina endógena, diminuem o colesterol plasmático total, a lipoproteína LDL-colesterol e os triglicerídeos plasmáticos, além de favorecer a saciedade e provavelmente a perda de peso.

Efeito hipoglicemiante utilizando outras fontes de fibra alimentar, como amido da lobeira (solanácea) tem sido verificado em ratos diabéticos (Marciano, 1997). Da mesma forma, Frias & Sgarbieri (1988), estudando o efeito do endosperma de *Cyamopsis tetragonoloba*, um tipo de fibra alimentar, sobre as concentrações séricas de glicose e lipídios em ratos diabéticos, verificaram uma drástica redução da glicose sanguínea nos ratos diabéticos.

Ebihara & Kiriyaama (1982), verificaram que a absorção da glicose foi significativamente reduzida pela adição de fibra solúvel, exceto pela arabionogalatana e goma arábica. Por apresentarem menor viscosidade. A diminuição sérica de glicose pela ingestão de fibra, possivelmente pode estar relacionada à redução do tempo de trânsito intestinal e absorção de carboidratos (Ray, 1983).

Bittencourt (1989), discute a hipótese de que a melhora da hiperglicemia pós-prandial, pode ser pela menor exposição de glicose com a área do intestino delgado. Enquanto, que o mecanismo de ação das fibras insolúveis, está relacionada com o tempo de trânsito intestinal e bolo fecal (American Diabetes Association, 1999).

A razão de se estudar o consumo de alimentos com altos teores em fibra é a evidência da diminuição da resposta pós-prandial da glicose sanguínea aumentando a sensibilidade à insulina (Santos, 1996).

Portanto, a obtenção de um efeito eficaz sobre a resposta glicêmica está atrelada a quantidade a fonte de fibra alimentar.

Dessa forma, conclui-se que o cubiu promoveu melhor impacto sobre os níveis séricos de glicose nos ratos diabéticos.

### **15.5 Exame Histológico**

A descrição microscópica dos segmentos: intestino delgado e fígado, mostram que não houve alterações morfológicas em suas estruturas, demonstrando que a quantidade de fibra alimentar utilizado, não induziu o aparecimento de qualquer tipo de lesão no intestino delgado e fígado.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no experimento permitem concluir que:

- O cubiu apresenta um alto teor de umidade e baixo aporte energético caracterizando-o como um fruto hipocalórico, além da boa fonte de fibra alimentar.
- A utilização da estreptozotocina induziu o diabetes em ratos, demonstrando a ação citotóxica da droga.
- A fibra alimentar oriunda do cubiu apresentou ação hipoglicêmica ao final dos 28 dias, em ratos diabéticos.
- Sugere-se mais estudos no sentido de identificar se o maior impacto está centralizado na polpa, casca ou placenta.

## REFERÊNCIAS

ALBRINK, M. J., NEWMAN, T. DAVIDSON, P.C. Effect of high and low fiber diets on plasma lipids and insulin. **Am. J. Clin. Nutr.** 32: 1486 - 1496, 1978.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Nutrition Recommendation and Principles for People With Diabetes mellitus (Position Statement). **Diabetes Care**, (suppl) 20, S 14-17, 1997.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Nutrition Recommendation and Principles for People With Diabetes mellitus (Position Statement). **Diabetes Care**, (suppl) S 42-545, 1999.

ANDERSON, J.W, GUSTAFSON, J. Hypocholesterolemic effects of oat and bean products. **Am J. Clin. Nutr.** Bethesda, v. 48, n3, p. 7495-7535, 1987.

ANDERSON, J.W, High — Carbohydrate, high — diabetes diets for insulin — treated men with diabetes mellitus. **Amer. J. Clin. Nut.** Bethesda, 32 (11): 2122 — 32, 1980.

ARAÚJO, R. A. C.; ARAÚJO, W. N. C. Fibra Alimentar. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, 13 (3), p. 201-209, 1998.

AREAS, M. A. REYES, F. G. R. Fibras Alimentares: 1 Diabetes Mellitus. **Cad. Nutr.**, 12: 1-8, 1996.

ARISON M. U, BITTER, V. A modified uronic acid carbazole reaction. **Anal. Biochem.** New York, 4: 330 - 4, 1967.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses**. 16 ed. Arlington, 1995.

ASP, N.G. JOHANSSON, C. G, HALLMER,H. & SILJEWTRON, M. A. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **J. AGRIC. FOOD. CHEM.** Washington, 31: 476-478, 1983.

BACH, J. F. Insulino-dependente diabetes mellitus na autoimune disease. **Endocrinology**. 15: 516-541. 1994.

BITTENCOURT FILHA, P. M.; NEGELI, M. S. T; MOREIRA, V.; NORONHA, C. S; CELANO, P. A influência das fibras da dieta na prevenção e tratamento do diabetes mellitus. **Arq. Brás. Méd**, 63 (5): 391-393,1989.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. Fundação Cargill, 1984.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Assistência e Promoção à Saúde. Coordenação de Doenças Crônicas e Degenerativas. **Manual de Diabetes**. 2º ed., Brasília, 1993, 92p.

BRUCHER, H. Plant genetics and development in tropical zones. Applied Sciences and Development. 2 : 85-95, 1973.

CAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Boletim S.B.C.T.A.**, São Paulo, 30 (1): 37-43, 1996.

CARO, J. F. Insulin resistance in obese and non-obese men. **J. Clin. Endocrinol Metab.** 73 : 691-695. 1991.

CASSIDY, M. M. Quantitative and qualitative adaptations in gastrointestinal mucin with dietary fiber feeding. New York: Plenum Press, 1990.

COELHO, Leda T.; MARTINS, LS. -SANNAZZARO, CA. **Fibras alimentares e hipoproteínas.** LAES & HAES, 15: 64-66, 1993.

COELHO, Leda T.; SANNAZZARO, C.A.C. **Importância das fibras alimentares na prevenção de doenças crônicas — degenerativas.** LAES & HAES, São Paulo, 16 (91): 26-28, 1994.

CRUZ, Ângela Ferreira da, JOKL, Liesselotte. Efeito do farelo do trigo na dieta de ratos diabéticos por aloxana e normais sobre alguns parâmetros bioquímicos. *Rev. Farm. Bioquim.*, 7 (n. único): 43 - 61, 1986.

DEFRONZO, R. A.; BONNADONNA, R. C. et al. Pathogenesis of NIDDM A Balanced Overview. **Diabetes Care.** 1994.

DEFRONZO, RA; FERRANINI, E. Insulin resistance a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia and atherosclerotic cardiovascular disease. **Diabetes Care.** 14: 173-179, 1991.

DIAS, Luiza Cristina G. D.; REYS, Felix, CAMARGO, João Lauro Viana de; RODRIGUES, Maria Aparecida Marchesan. Conteúdo de celulose, hemicelulose lignina no farelo de arroz fresco. **Rev. Nut. PUECAMP**; 7 (1): 63-70, jan - jun, 1994. tab.

DI PIETRO, Patrícia Farias; MORETTO, Eliane; BOTELHO, Lúcio José; DI PIETRO, Giuliano. Efeito da fibra alimentar sobre os níveis de colesterol, HDL — Colesterol e Triacilglicerol Sérico — **Rev. Ciência & Saúde**, 13 (1/2): 85 - 94; jan - jun, 1994.

EBIHARA, K.; KIRIYAMA, S. **Plasma Glucose — Flattening activity of dietary fiber.** Tokyo. Shinohara Shoten, 19883.

\_\_\_\_\_. Comparative effects of water-soluble and water-insoluble dietary fibers on various parameters relating to glucose tolerance in rats. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v.26, n.2, p.139-202, 1982.

EDWARDS, C. A. Physiological effects of fiber in: Kritchivsky, D.: Bonfield, C; Anderson, J. W. eds. *Prietary fiber (chemistry, physiology and health effects).* **New York:** Plenum press, 167 - 178, 1990.

FLOURIÉ, B. The influence of dietary fiber on carbohydrate digestion and absorption. *Dietary Fiber: A component of food.* New York: Springer — Verlag, 1992.

FRANZ, M. Z., Nutrition principles for the management of diabetes and related complication. **Diabetes Care**, nº 17, p. 490, 1994.

FRIAS, A. D.; SGARBIERI, V. C. Guar gum effects on blood serum lipids and glucose concentrations of wistar diabetic rats. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 18 (2): 241-245, 1998.

GORDON, D. T., Functional properties vs physiological Action of total dietary fiber. **Cereal Foods World.** 34 (7): 517 - 525, 1989.

GRUBER, W. *et al.* The Economics of diabetes and diabetes care. **International Diabetes Federation.** Brussels, Belgium, p. 5, 1998.

HEIR, S., O'DEA K. Importance of physical form rather than viscosity in determining the rate of starch hydrolysis in legumes. *Am. J. Clin. Nutr.* 37: 66 - 70, 1967.

HOET, V. R. Increased Insulin sensitivity and insulin binding to monomers after physical training. **W. Engl. J. Med.** 301: 1200 - 01, 1991.

JENKINS, D. J. A e cols. Effect of guar crossbred with cereal products and leguminous seeds on blood glucose concentrations. **Br. Med. J.**, v. 281, nov, 1980.

JENKINS, D. J. A; WOLEVER, T. M. S; HOCRADAY, T. D. R; LEEDS, A. R.; HOWARTA, E.; BACON, S.; APLING, E. C.; DILA - WARI, J. Treatment of diabetes with guar gum. **Lancet**, London, V. 2, p. 779, 1989.

JUNOD, S. W. **Diethylene glycol deaths in Haiti.** 115 (1): 78 - 86, 1967.

JOHNSON, P. C. Pathogenesis of diabetic neuropathy. **Ann Neural**, 19: 450-461, 1991.

LARRAURI, J. A. *et. al.* **La fibra dietética de cítricos y sus efectos en el tratamiento del paciente obeso.** In: Red. Iberoamericana sobre alimentos para regímenes especiales. México: RIARE, 1994.

LEE S. C.; PROSKY, L. Dietary fiber analyses for nutrition labeling. **Cereal Food World**, 37 (10): 765-71. 1992.

LEE, W. A.; ZINMAN, B. **From insulin to insulin analogs: Progress in the treatment of type 1 diabetes.** *Diabetes Reviews*, 6: 73-88, 1998.

LEEDS, A.R., BOLSTER, N. R., ANDREWES, R. Meal Viscosity gastric emptying and glucose absorption in the rat. **Proc. Nutr. Soc.** 38: 44, 1979.

LERÁRIO, A. C. Nova classificação e critérios para o diagnóstico do Diabetes Mellitus. **Diabetes & Metabolism.** 1: 65-67. 1997.

MACEDO, S. H. M. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) para aproveitamento industrial.** Manaus: UA, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos), Faculdade de Farmácia, Universidade do Amazonas, 1999.

McCREADY, P. M.; McCOMBY, E. A. Extraction and determination of total pectic material. **Anal. Chem.**, Washington, 24 (12): 1586, 1952.

MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S.C.N.; RODRIGUES, M. C. R; FERNANDES, M. L. **Tabela de composição química dos alimentos**. Niterói: EDUFF, 1992.

MICHELANI, J. **Técnicas histológicas em anatomia patológica com instruções para cirurgião, enfermeira e citotécnica**. Ed. Pedagógica Universitária LTD, EPU, São Paulo, 1980, 277Pp.

NATIONAL DIABETES DATA GROUP. US Department of Health and Human Services, Public Health Services, National Institutes of Health, National Institute of Arthritis, Diabetes and Kidney. EUA: 1993.

OAKENFULL, D. G.; TOPPING, D.L. **The nutritional value of wheat bran**. Food Technol in Austrália, 39 (6): 288-92. 1987.

OLIVEIRA, J. E. P. Diabetes mellitus — um problema de saúde pública. *Ars Cvrandi. Rev. da Clinica Medica*. 32 : 12, 1999.

\_\_\_\_\_. Diabetes Mellitus. **Rev. Bras. Med.** 49 (8): 485-504, 1992.

OMS - Provisional Report of a Who Consultation - Definition, diagnoses and classification of diabetes mellitus and it's complication. Part 1. Diagnoses and classification of diabetes mellitus. **Diabetes Medicine**. 15: 539 - 553, 1998.

PAHLEN, A. V. D. Cubiu (*Solanum tojiro*), uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazônia**. 7 (3): 301-307, 1977.

PALACIO, J. Camilo; ROMBEAU, John L. Dietary Fiber a Brief Review and potential application to enteral nutrition. **Rev. Nutrition in Clinical Praticce**. v. 5, n3, p. 99 — 106, junho, 1990.

PALITOT, Esther Bastos, ANJOS, Guilherme Assis dos, LIMA, Francilídia Helena Silva *et al*. Manifestações Cutâneas do diabetes Mellitus: atualizações bibliográficas. **J. Bras. Méd.**, 78(6) : 136-138, 141-2, Passim, jun.2000.

PIMENTEL GOMEZ, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12 ed. Piracicaba, 1987, 467Pp.

POURCHET - CAMPOS, M. A. Fiber: The food component challenge the investigators. **Alim. Nutr.**, São Paulo, 2: 53-63, 1990.

RAY, T. K.; MANSELL, K. M.; KNIGHT, L. C.; MALMUD, L. S.; OWEN, O. E.; BODEN, G. Long term effects of dietary fiber on glucose tolerance and gastric emptying in non insulin - dependent diabetic patients. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 37, p. 376 - 381, 1983.

REEVES, Philip G.; NIELSEN, Forrest H; FAHGY, George C. AIN-93 Purified diet for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition at HOC writing committee on the reformulation of the AIN-76. A rodent. Diet. American Institute of Nutrition. **J. Nutr. USA**, 123: 1939-1951, 1993.

REINHOLD, J. G., KFOURY, G. N., **Zinc depend enzymes in zinc depleted rates, intstial alkaline phosphatase.** 1968.

ROSENZWEIG, J. L. **Principles of insulin therapy in joslin's diabetes mellitus.** Kahn, CR & Weir G. 30<sup>o</sup> ed, p. 460-488, 1994.

ROSSI, F. Alimentação e insulino-resistência no diabético não insulino dependente. **Diabetes & Metabolism.** 2: 218-222, 1998.

RUDERMAN, N. **The metabolicaly obese normal wheight individied.** Diabetes. 43: 699-713, 1998.

SANTOS, R. M. S., BESSA, R. P.; FOSS, M.C.; JOS, E. dos. Avaliação dos resultados obtidos com a orientação nutricional quanto à melhora do hábito alimentar e perfil glicêmico de pacientes diabéticos tipo I e II em acompanhamento ambulatorial. **Rev. Nutr.** PUCCAMP, 9 (2): 125-53, jul/dez, 1996.

SCHELLENI, Silvana Artioli, PADOVANI, Carlos Roberto, SPADELLA, Cesar Tadeu, *et al.* O rato como modelo experimental do diabetes - Estudo clínico-laboratorial. **Rev. Cienc. Biomed.** (São Paulo), 16: 25 - 36, 1995.

SCHNEEMAN, B.O.; GALLAHED, D. Effects of dietary fiber or digestive enzymes. *In:* SPILLER, G. A. (ed). **Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition.** Boco Raton: CRC Press, p. 305-312, 1986.

SCHULTES, R. E. **Edible fruits of Solamun in Colombia.** Bot. Museum Maflets Harvard University Comb. Mass. 19 (10) : 235-286, 1962.

SCHWARTZ, S. E., Sustained pectin ingestion delays gastric emptying. **J. Gastroenterology**, 83: 812-7, 1982.

SIDHURANI, J. A., RAJAMOHAN, T. Hypolipidemic effect of hemicelulose component of coconut fiber. **Indian J. Exp. Biol.**, 36 (8): 789-9, Aug, 1998.

SILVA, Glória Maria de Lemos. **Influência da relação entre proteínas e fibras da dieta no crescimento: estudo em ratos.** São Paulo: USP, 1995, Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina de São Paulo.

SILVA, M. B. da. **Efeito Hipoglicemico de alimentos ricos em fibra solúvel - Estudo com jiló (*Solanum gilo, Raddi*).** Dissertação de Mestrado, 126 p.,1995.

SILVA FILHO, Danilo Fernandes da. *et. al* Seleção de caracteres correlacionados em cubiu (*Solanum sessiliflorum Dunal*) empregando analise de trilha. **Acta Amazônica.** 27 (4): 229-240, 1997.

SNOW, P; O'Dea K. Factors Affecting the rate of lydrolysis of starch in food. Am. 1. Clin. Nutr. (34): 2721 - 2727, 1981.

SOARES, D.V., SANTOS, M., OLIVEIRA, J.E. Diabetes *mellitus*. Classificação e Diagnóstico. **Rev. Clin. Med.**, set, 21 - 22, 1999.

SOMAN, V. R.; KOIVISTO, V. A.; DIEBERT, D. *et al.* Increased insulin sensitivity and insulin binding to monartes alfer physical training. **W. Engl. J. Med.** 301: 1200-1204, 1979.

STRYER, L. **Bioquímica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

SUGANO, M. **Dietary fiber and lipid absortion**. New York: Plenum Press, 1990.

SURUTEILLANCE, J.E.P. Plasma calogical treatment of the obese diabetic potient. **Diabetes Metabolism**. 47 - 49, 1997.

TROWELL, H. C. Definition of dietary fiber and hypothesis that is as protectiv factorin certain disease. **Am. J. Clin. Nutr.** 29: 417 - 27, 1976.

TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with and alternative oxigen acceptor. **Amer. Clin. Biochem.** 6: 24-27, 1969.

WALKER, A R. P. Does the dietary fiber hypothesis really "work? **Cereal Food World**, 38 (3): 128-34, 1973.

WHO Expert Committe on Diabetes *Mellitus* Second Report. **Technical report series 646**. Geneva: Who, 1980.

WONG, S., TRAIANEDES, K, O'DEA, K. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in legumes. **Am. J. Clin. Nutr.** 42 : 38-43, 1985.

WORD HEALTH ORGANIZATION. Diabetes *Mellitus*, Report of a WHO study group. **Technical report series 727**. Geneva: WHO, 1985.

YUAN, Z; H e P.; Cui, J.; TAKENCHI, H. Hypoglycemic effect of water - soenble polysacarides from *Auricularia auricula - Judae Quel* on genetically diabetic, nice **Biosci Biotechrol Biochem**; 62 (10): 1898 — 903, oct. Japão, 1998.

## LITERATURAS CONSULTADAS

CHAMP, Pamela C. **Bioquímica ilustrada** - Pamela C. Champ e Richard A. Harvey, trad. Ane Rose Bolner. 2 ed., Porto Alegre: Artes Médicas, p. 296 - 307, 1996.

FURASTE, Pedro Augusto. **Normas Técnicas para Trabalho Científico, que todo mundo pode usar, inclusive você: explicações das normas da ABNT**. 9 ed., Porto Alegre: [s n], 2001.

VIEIRA, Sônia. **Introdução a Bioestatística**. 3 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: Campus, p. 137 - 143, 1980.

## **ANEXOS**

### **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A – Consumo de ração (em g) dos animais dos diferentes grupos.

ANEXO B – Peso corporal (em g) dos animais dos diferentes grupos.

ANEXO C – Concentração de glicose dos animais dos diferentes grupos.

ANEXO A – Consumo de ração (em g) dos ratos submetidos a dieta de Caseína 5%, 10%, Cubiu e Controle.

GRUPOS	ANIMAIS	NÚMERO DE DIAS	CONSUMO DE RAÇÃO	
			TOTAL	DIA (MÉDIA)
G1 - Grupo Diabético com Fíbrea a 5%	1	28	268,00	9,57
	2	28	280,13	10,00
	3	28	116,80	4,17
	4	28	290,38	10,37
	5	28	480,92	17,18
	6	28	119,30	4,26
	7	28	100,80	3,60
	8	28	160,87	5,75
	9	28	221,81	7,92
	10	28	267,39	9,55
<b>Média</b>			<b>230,64</b>	<b>8,24</b>
G2 - Grupo Diabético com Fíbrea a 10%	11	28	402,71	14,38
	12	28	289,64	10,34
	13	28	406,97	14,53
	14	28	293,96	10,50
	15	28	365,08	13,04
	16	28	359,82	12,85
	17	28	408,85	14,60
	18	28	368,82	13,17
	19	28	490,86	17,53
	20	28	392,70	14,03
<b>Média</b>			<b>377,94</b>	<b>13,50</b>
G3 - Cubiu	21	28	456,81	16,31
	22	28	391,36	13,98
	23	28	402,90	14,39
	24	28	560,93	20,03
	25	28	456,66	16,31
	26	28	410,15	14,65
	27	28	527,19	18,83
	28	28	311,92	11,14
	29	28	419,58	14,99
	30	28	244,56	8,73
<b>Média</b>			<b>418,21</b>	<b>14,94</b>
G4 - Grupo Controle	31	28	319,47	11,41
	32	28	325,57	11,63
	33	28	207,63	7,42
	34	28	296,81	10,60
	35	28	228,52	8,16
	36	28	329,79	11,78
	37	28	300,04	10,72
	38	28	272,40	9,73
<b>Média</b>			<b>285,03</b>	<b>10,18</b>

FONTE: Experimento em Laboratório

ANEXO B – Peso corporal (em g) dos animais dos diferentes grupos de Caseína 5%, 10% e Controle.

GRUPOS	ANIMAIS	T(0)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
<b>G1 - Grupo Diabético com Fibra a 5%</b>	1	300,00	189,20	+	+	+
	2	234,40	184,24	163,70	+	+
	3	267,50	+	+	+	+
	4	185,80	180,24	177,20	+	+
	5	210,10	172,63	165,20	164,20	+
	6	254,40	+	+	+	131,40
	7	274,60	+	+	+	+
	8	234,20	164,13	+	+	+
	9	197,90	179,77	151,10	+	+
	10	220,80	159,45	139,20	114,20	+
<b>Média</b>		<b>237,97</b>	<b>175,67</b>	<b>159,28</b>	<b>139,20</b>	<b>131,40</b>
<b>G2 - Grupo Diabético com Fibra a 10%</b>	11	262,20	170,80	158,70	156,40	153,00
	12	214,30	160,64	147,90	126,90	+
	13	305,00	169,72	162,60	145,30	127,70
	14	228,90	160,62	149,60	123,40	113,20
	15	237,90	177,86	154,30	135,30	130,50
	16	275,60	181,65	164,30	150,10	144,80
	17	289,70	187,25	169,80	152,10	126,20
	18	251,70	154,59	132,10	125,90	113,90
	19	257,80	166,31	141,60	134,30	+
	20	284,00	183,85	165,30	149,10	+
<b>Média</b>		<b>260,71</b>	<b>171,33</b>	<b>154,62</b>	<b>139,88</b>	<b>129,90</b>
<b>G3 - Cubiu</b>	21	274,20	189,37	162,00	157,80	153,00
	22	231,10	174,72	162,40	140,80	131,10
	23	245,80	173,86	155,60	148,50	144,30
	24	312,30	205,74	198,60	186,80	179,50
	25	239,10	184,27	176,60	160,90	158,20
	26	269,90	174,88	162,60	137,10	126,60
	27	305,40	205,72	211,10	204,20	200,00
	28	253,50	182,44	133,00	123,00	114,10
	29	285,30	182,91	170,60	158,40	153,70
	30	266,70	181,64	175,20	168,70	163,30
<b>Média</b>		<b>268,33</b>	<b>185,56</b>	<b>170,77</b>	<b>158,62</b>	<b>152,38</b>
<b>G4 - Grupo Controle</b>	31	364,40	293,42	263,30	245,50	230,10
	32	345,50	299,70	300,80	270,00	258,40
	33	358,90	238,60	211,80	189,70	183,80
	34	351,40	299,40	308,40	295,00	271,40
	35	288,60	232,91	234,60	195,10	185,60
	36	284,90	292,97	289,70	254,90	250,70
	37	281,50	273,34	279,20	268,00	263,20
	38	358,00	252,63	236,50	219,80	221,10
<b>Média</b>		<b>329,15</b>	<b>272,87</b>	<b>265,54</b>	<b>242,25</b>	<b>233,04</b>

Nota: + Animais que foram a óbito

ANEXO C – Concentração média de glicose sérica (mg/dL) segundo os tratamentos dos Níveis Médios de glicose no soro sanguíneo (mg/100mL) segundo os tratamentos e tempo.

GRUPOS	ANIMAIS	T0	T1	T2	T3	T4
<b>G1 - Grupo Diabético com Fibras a 5%</b>	1	442,0	226,0	+	+	+
	2	412,0	386,0	527,0	+	+
	3	407,0	+	+	+	+
	4	387,0	230,0	319,0	+	+
	5	385,0	482,0	423,0	552,0	298,0
	6	373,0	+	+	+	+
	7	370,0	+	+	+	+
	8	361,0	439,0	+	+	+
	9	449,0	302,0	+	+	+
	10	332,0	331,0	184,0	230,0	+
<b>Média</b>		<b>391,8</b>	<b>342,3</b>	<b>363,3</b>	<b>391,0</b>	<b>298,0</b>
<b>G2 - Grupo Diabético com Fibras a 10%</b>	11	427,0	282,0	366,0	126,0	417,0
	12	417,0	279,0	324,0	120,0	+
	13	403,0	492,0	400,0	686,0	240,0
	14	392,0	165,0	398,0	+	135,0
	15	384,0	456,0	344,0	106,0	546,0
	16	381,0	273,0	322,0	268,0	286,0
	17	368,0	459,0	446,0	502,0	447,0
	18	363,0	445,0	487,0	330,0	389,0
	19	359,0	438,0	446,0	576,0	+
	20	338,0	341,0	302,0	404,0	+
<b>Média</b>		<b>383,2</b>	<b>363,0</b>	<b>383,5</b>	<b>346,4</b>	<b>351,4</b>
<b>G3 - Cubiu</b>	21	426,0	491,0	539,0	329,0	326,0
	22	422,0	477,0	394,0	173,0	226,0
	23	393,0	432,0	380,0	300,0	194,0
	24	360,0	379,0	415,0	318,0	401,0
	25	383,0	369,0	425,0	s/sangue	200,0
	26	381,0	492,0	535,0	255,0	187,0
	27	367,0	151,0	295,0	198,0	247,0
	28	363,0	361,0	132,0	183,0	99,0
	29	359,0	292,0	176,0	133,0	155,0
	30	341,0	212,0	376,0	159,0	207,0
<b>Média</b>		<b>379,5</b>	<b>365,6</b>	<b>366,7</b>	<b>227,6</b>	<b>224,2</b>
<b>G4 - Grupo Controle</b>	31	119,0	107,0	134,0	197,0	213,0
	32	60,0	179,0	104,0	138,0	145,0
	33	97,0	126,0	91,0	131,0	127,0
	34	96,0	116,0	127,0	121,0	186,0
	35	70,0	144,0	138,0	116,0	172,0
	36	103,0	118,0	168,0	150,0	154,0
	37	81,0	155,0	113,0	229,0	194,0
	38	98,0	119,0	109,0	85,0	119,0
<b>Média</b>		<b>90,5</b>	<b>133,0</b>	<b>123,0</b>	<b>145,9</b>	<b>163,8</b>

Nota: + Animais que foram a óbito