

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Caracterização química e física de folhas, frutos e sementes do bajuru  
(*Chrysobanalus icaco*, L.) e avaliação do chá dessas folhas em camundongos  
(*swiss*) normais e diabéticos.**

**Thais Medeiros de Aguiar**

**2010**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE FOLHAS, FRUTOS E  
SEMENTES DO BAJURU (*CHRYSOBANALUS ICACO*, L.) E  
AVALIAÇÃO DO CHÁ DESSAS FOLHAS EM CAMUNDONGOS  
(*SUISS*) NORMAIS E DIABÉTICOS.**

**THAIS MEDEIROS DE AGUIAR**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Armando Ubirajara Oliveira Sabaa-Srur**

*e Co-orientação do Professora*  
**Andrea Pereira de Souza**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Março de 2010

633.85

A282c

T

Aguiar, Thais Medeiros de, 1982-  
Caracterização química e física de  
folhas, frutos e sementes do bajuru  
(*Chrysobanalus icaco*, L.) e avaliação do chá  
dessas folhas em camundongos (*Suiss*) normais  
e diabéticos - 2010.  
85 f. : il.

Orientador: Armando Ubirajara Oliveira  
Sabaa-Srur.

Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de  
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.

Bibliografia: f. 65-77.

1. Sementes oleaginosas - Teses. 2.  
Diabetes - Teses. I. Sabaa-Srur, Armando  
Ubirajara Oliveira, 1945-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência  
e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**THAIS MEDEIROS DE AGUIAR**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ---/---/-----

---

Armando Ubirajara de Oliveira Sabaa-Srur, Dr. (USP)  
(Orientador)

---

Dr. Vera Lúcia Mathias, da Silva Dr. (UFRRJ)  
(Membro Titular)

---

Christiane Hess de Azevedo-Meleiro, Dr (UNICAMP)  
(Membro Titular)

---

Maria Cristina Jesus de Freitas (UNICAMP)  
(Membro Suplente)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida que me apoiaram, incentivaram e torceram por mim durante toda essa trajetória: meus pais, irmão e ao Fábio.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela família amorosa e dedicada que tenho, por todas as oportunidades que tive, por me ajudar a atravessar as dificuldades encontradas, em fim, por tudo.

Ao professor Sabaa que esteve comigo durante toda esta trajetória se tornando mais do que um orientador, um amigo.

A Andrea Pereira de Souza, minha co-orientadora, que além de disponibilizar o biotério do Pavilhão Leônidas Deane e o Laboratório de Inovação Terapêutica, Ensino e Bioprodutos, sempre foi muito atenciosa e solícita às minhas dúvidas e questionamentos.

Ao professor de estatística Celso Barbosa (UFRRJ), pela disponibilidade e ajuda na compreensão de parte dos resultados.

A Universidade Plínio Leite, na pessoa de Carlos Henrique P. Maciel e Helaine Mendes Dias, professor e aluna da faculdade de nutrição pela ajuda na realização das análises microbiológicas.

A Roche®, por colaborar com as tiras de glicemia utilizadas no ensaio biológico.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade concedida para a realização do curso e ao corpo docente pelo ensinamento.

Aos amigos que fiz e que me acompanharam, ajudaram e incentivaram em diferentes fases desse projeto: Adriana, Gabriela, Vanessa, Fabiana, Jaqueline, Priscila, Ana Patrícia e Juarez.

À Professora Christiane Hess de Azevedo-Meleiro (UFRRJ), pela ajuda e idéia que enriqueceram este trabalho.

Aos funcionários do laboratório E-17 (UFRJ) pela ajuda nas análises de composição.

## RESUMO

AGUIAR, Thais Medeiros. **Caracterização física e química de folhas, frutos e sementes do bajuru (*Chrysobanalus icaco*, L.) e avaliação do chá dessas folhas em camundongos (*swiss*) normais e diabéticos.** 2010. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Instituto de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

As frutas nativas representam importantes recursos na alimentação de populações. Muitas delas como o bajuru carecem de informações técnico-científicas que apoiem a extração e o desenvolvimento sustentável dessas espécies nas regiões produtoras. O bajuru pertence a família *chrysobalanaceae* e é encontrado em áreas de restinga. A medicina popular credita ao chá dessas folhas um potente efeito hipoglicemiante. Porém, o consumo do fruto é pequeno nas regiões e não existem relatos sobre a utilização das sementes. A escassez de informações e a falta de comprovações do efeito hipoglicêmico motivou a realização deste trabalho que teve por objetivo determinar as características físicas e químicas das folhas, frutos, sementes e óleo das sementes, além de avaliar o efeito do chá em camundongos (*swiss*) normais e diabéticos. As determinações analíticas revelaram que 100g dos frutos contêm alto teor de umidade ( $84,40 \pm 0,15$ g), baixa acidez, baixo teor de proteínas ( $0,68 \pm 0,01$ g), lipídios ( $0,85 \pm 0,07$ g), baixo valor calórico (64,09Kcal) e perfil de aminoácidos e ácidos graxos sem relevância. Porém contem quantidades interessantes de minerais como cálcio (289,30mg), ferro (12,60mg), cobre (1870,0 $\mu$ g), cromo (890,00 $\mu$ g) e selênio (59,00 $\mu$ g). As sementes apresentaram em 100g baixo teor de umidade ( $22,46 \pm 0,03$ g) e alta concentração de lipídios ( $45,50 \pm 0,10$ g) e calorias (532,90Kcal). Seu óleo apresentou boa concentração de ácidos graxos insaturados, densidade de 0,9278, índice de acidez de  $1,86 \pm 0,62$ mgKOH. g<sup>-1</sup>, índice de peróxido igual a 3,81 mEq kg<sup>-1</sup>, índice de iodo de 107,11 gI<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup> e saponificação igual a 180 mgKOH. g<sup>-1</sup>. Além de conteúdo de gordura sólida à 10°C igual a 33,60% com curva apresentando caimento suave onde a 45°C já não é mais observada gordura no estado sólido. As folhas que foram desidratadas para realização das análises apresentaram em 100g umidade igual a ( $10,46 \pm 0,27$ g), teor de proteínas igual a ( $10,53 \pm 0,14$ g) e teor condizente com plantas medicinais para cinzas ( $4,61 \pm 0,13$ ). As análises microbiológicas indicaram que o procedimento realizado pelos usuários para a coleta e higienização não eliminavam o risco de contaminação, sendo ela reduzida quando as folhas foram tratadas com 0,01ppm de metabissulfito de sódio antes do processo de desidratação. Os chás nas concentrações de 2,5% e 5% ofertados *ad libitum* revelaram redução importante nos valores de glicemia em animais diabéticos, com redução maior conforme aumento de concentração, sem causar alteração nos animais normais. Os animais diabéticos apresentaram sintomas típicos do diabetes como perda de peso, alteração na pelagem, alteração na cicatrização. Em adição, o estado de diabetes o consumo do chá não causaram alteração do peso e tamanho do coração, rim direito e fígado. Os resultados sugerem o uso do fruto como boa fonte de minerais antioxidantes, além de proporcionar maior conhecimento sobre seu valor nutricional o que contribui para sua inserção na dieta tradicional, bem como, motiva a comercialização e manufatura de produtos a base do bajuru. O óleo da semente de bajuru revelou-se como uma fonte promissora de pesquisas, visto que as análises realizadas indicaram a possibilidade da utilização desse óleo na alimentação, podendo ser aplicado na formulação de diversos produtos. O chá de abajeru

nas concentrações aplicadas mostraram efeitos benéficos no controle e prevenção da hiperglicemia em animais diabéticos.

**Palavras-chave:** abajeru, diabetes, sementes oleaginosas.

## ABSTRACT

AGUIAR, Thais Medeiros. **Physical and chemical characteristics of leaves, fruits and seeds of bajuru (*Chrysobalanus icaco*, L.) and evaluation of these tea leaves in mice (swiss) normal and diabetic.** 2010. 85p. Dissertation (Master Science and Food Tecnology). Instituto de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

The native fruits represent important resources in the feeding of populations. Many of them as abajeru lack of technician-scientific information that support the extration and the sustainable development of these species in the producing regions. The cocoplum is owned by chrysobalanaceae family and its founs in areas of sandbank.Folk medicine credits the tea leaves of a potent hypoglycemic effect. However, the consumption of fruit is small and there are no reports on the use of seeds.The scarcity of information the lack of evidences of the hypoglycemic effect motivated the accomplishment of this work that had for objective to determine the physical and chemical characteristics of leaves, fruits seeds and oil seeds beyond evaluating the effect of the tea in mice (swiss) normal and diabetic. The analytical determinations revealed that 100g of fruits contains high text of humidity ( $84.40 \text{ g} \pm 0.15 \text{ g}$ ), low acidity, low protein content ( $0.68 \pm 0.01 \text{ g}$ ) and lipids ( $0.85 \pm 0.07 \text{ g}$ ), low caloric value (64,09kcal) and profile of amino acids and faty acids irrelevant.It also contains interesting amounts of minerals such as calcium (289.30 mg), iron (12.60 mg), copper (1870.0 mg), chromium (890.00 mg) and selenium (59.00 g).The seeds presented in 100g low text of humidity ( $22,46 \pm 0,03$ ) and high concentration of lipidss ( $45,50 \pm 0,10$ ) and calories (532,90Kcal). Its oil had similar proportion of saturated and unsaturated, density of 0.9278, acid value of  $1,86 \pm 0,62 \text{ mgKOH. g}^{-1}$ , peroxide value equal to  $3.81 \text{ mEq kg}^{-1}$ , iodine index of  $107 \text{ 11 gI}^2 \text{ 100g}^{-1}$  and saponification equal to  $180 \text{ mgKOH. g}^{-1}$ . In addition to solid fat content at  $10^\circ \text{ C}$  equal to 33.60% with soft trim curve showing where the  $45^\circ \text{ C}$  is no longer observed in solid fat. The leaves were dried to complete the analysis presented in 100g moisture equal to ( $10.46 \pm 0.27 \text{ g}$ ), and content consistent with herbal protein ( $10.53 \pm 0.14 \text{ g}$ ) and ash ( $4.61 \pm 0.13$ ). The microbiological analyses had indicated that the procedure carried through for the users for the collection and hygienic cleaning did not eliminate the contamination risk, having been reduced it when the leves had been dealt with 0,01ppm of metabissulfito of sodium before the dehydration process. The tea at 2,5% and 5% *ad libitum* showed significant reduction in blood glucose levels in diabetic animals with a bigger reduction as increase of concentration, without causing alteration in normal animals. The diabetic animals showed typical symptoms of diabetes such as weight loss, change in coat ande change in healing. In addition, the state of diabetes tea consumption did not cause any change in weight and size of heart, right kidney and liver. The results suggest the use of the fruit as good source of antioxidant minerals, beyond provinding to greater knowlegde about their nutritional value with contribuites for its insertion in the tradiotional diet, as well as, motivates the commercialization and manufacture of products made of coco plum. The seed oil coco-plum turned out to be a pormising source of research, since the analisys further indicated the possibility of using this oil in food, can be aplyed in the formulation of various products. The tea leaves coco-plum applied in concentrations shown beneficial effects in the control and prevention of hyperglycemia in diabetic animals.

**Key words:** cocoplum, diabetes, oils seeds.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Endemismo da família <i>Chrysobalanaceae</i> no Brasil	6
<b>Tabela 2 -</b>	Teste de normalidade Shapiro-wilk para a morfometria dos frutos e sementes de bajuru.	28
<b>Tabela 3 -</b>	Valores médios de pH, acidez e sólidos solúveis para as frações analisadas do bajuru.	29
<b>Tabela 4 -</b>	Caracterização física e química das folhas, polpa e semente do <i>Chrysobalanus icaco</i> , em g.100g <sup>-1</sup> .	30
<b>Tabela 5 -</b>	Comparação das características bromatológicas da polpa do Bajuru ( <i>C. icaco</i> , L) em g. 100g <sup>-1</sup> .	31
<b>Tabela 6 -</b>	Comparação do perfil de macro e microminerais das frações comestível, semente e folha do bajuru ( <i>C. icaco</i> , L.) em 100g com as recomendações propostas pelo IOM (DRI) 1997, 2000 e 2001.	33
<b>Tabela 7 -</b>	Discriminação do perfil de aminoácidos das frações de folha, polpa e sementes do bajuru em mg.g <sup>-1</sup> .	39
<b>Tabela 8 -</b>	Teores de monossacarídeos, dissacarídeos, amido, fibras e carboidratos totais presentes nas frações de polpa, sementes e folhas do bajuru (g.100g <sup>-1</sup> amostra).	40
<b>Tabela 9 -</b>	Perfil de ácidos graxos das frações comestíveis e não comestíveis do bajuru ( <i>Chrysobalanus icaco</i> ,L)	44
<b>Tabela 10 -</b>	Comparação do perfil de ácidos graxos (%m/m) do óleo da semente de bajuru com óleos de grande aceitação da indústria de alimentos.	45
<b>Tabela 11 -</b>	Características físico-químicas do óleo da semente de bajuru em comparação com outros óleos da família <i>Chrysobalanaceae</i> .	47
<b>Tabela 12-</b>	Microbiologia da folha <i>in natura</i> , desidratada com metabissulfito e desidratada sem metabissulfito.	54
<b>Tabela 13-</b>	Variação de peso corpóreo durante o experimento	57
<b>Tabela 14-</b>	Variação da mediana e percentil 25 da glicose plasmática em jejum durante o experimento.	59
<b>Tabela 15 -</b>	Mediana e percentil 25 do peso e tamanho dos órgãos.	61

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> -Diagnóstico de diabetes e homeostasia de glicose prejudicada em (mg/dl)	11
<b>Quadro 2</b> –Constituintes naturais hipoglicemiantes	16
<b>Quadro 3</b> - Classificação segundo o índice de iodo	49
<b>Quadro 4</b> - Pontos de fusão de importantes óleos naturais.	51
<b>Quadro 5</b> - Comparação da curva de sólidos (%) do óleo bruto da semente de bajuru com o óleo bruto de palma.	51
<b>Quadro 6</b> - Conteúdo de gordura sólida para diferentes tipos de gorduras produzidas no Brasil	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Arbusto <i>Chrysobalanus icaco</i> L.	7
<b>Figura 2</b> – Estádio inicial de maturação do Bajuru	8
<b>Figura 3</b> - Fruto maduro do Bajuru	8
<b>Figura 4</b> - Apreciação da polpa do bajuru	18
<b>Figura 5</b> – Semente íntegra	18
<b>Figura 6</b> – Visualização de partes da semente	18
<b>Figura 7</b> - Prensa elétrica tipo expeller	19
<b>Figura 8</b> - Óleo da semente de bajuru em temperatura ambiente	19

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Comparação das características nutricionais entre a amêndoa de bajuru e a castanha de galinha.	31
<b>Gráfico 2</b> - Comparação do conteúdo de cálcio em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ entre o bajuru e demais plantas medicinais	34
<b>Gráfico 3</b> - Comparação do conteúdo de magnésio em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ entre o bajuru e demais plantas medicinais	35
<b>Gráfico 4</b> - Comparação do conteúdo de ferro em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ entre o bajuru e demais plantas medicinais.	35
<b>Gráfico 5</b> - Comparação do conteúdo de manganês em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ entre o bajuru e demais plantas medicinais.	36
<b>Gráfico 6</b> - Comparação do conteúdo de zinco em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ entre o bajuru e demais plantas medicinais.	36
<b>Gráfico 7</b> – Curva de Sólidos do óleo bruto da semente do bajuru.	50
<b>Gráfico 8</b> - Comparação da curva do conteúdo de gordura sólida para diferentes tipos de gorduras.	52
<b>Gráfico 9</b> - Evolução das médias e desvio padrão do peso corpóreo dos grupos nos diferentes tempos do experimento	57
<b>Gráfico 10</b> - Evolução da glicose plasmática em jejum dos grupos nos diferentes tempos do experimento.	60
<b>Gráfico 11</b> - Mediana do peso do coração, rim direito e fígado entre os grupos do experimento.	61
<b>Gráfico 12</b> - Mediana para o tamanho do coração, rim direito e fígado entre os grupos do experimento.	62

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> -	Indução do diabetes por veia caudal	78
<b>Anexo 2</b> -	Verificação da glicemia em jejum	78
<b>Anexo 3</b> -	Punção cardíaca.	78
<b>Anexo 4</b> -	Gráfico de caixa do peso dos frutos de bajuru (n=40).	79
<b>Anexo 5</b> -	Gráfico de caixa do peso das sementes de bajuru íntegras (n=40).	80
<b>Anexo 6</b> -	Gráfico de caixa para o peso da amêndoa das sementes de bajuru (n=40).	81
<b>Anexo 7</b> -	Gráfico de caixa para o comprimento das sementes íntegras (n=40).	82
<b>Anexo 8</b> -	Gráfico de caixa do diâmetro das sementes de bajuru íntegras (n=40).	83
<b>Anexo 9</b> -	Alteração de coloração da pelagem em camundongo diabético.	83
<b>Anexo 10</b> -	Alteração de pelagem característica do diabetes.	84
<b>Anexo 11</b> -	Diferença intra-abdominal entre camundongo normal e diabético.	84
<b>Anexo 12</b> -	Processo de cicatrização em período de uma semana em camundongo com diferentes tipos de tratamento	85

## LISTA DE ABREVIações

ADA	American Diabetes Association
AGE	Ácido Graxo Essencial
AGPI	Ácido Graxo Poliinsaturado
AOAC	Association of Official Analytical Chemistrys
AOCS	American Oil Chemists' Society
CG	Cromatógrafo Gasoso
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DAC	Doença da Artéria Coronária
DM	Diabetes Mellitus
DRI	Dietary Reference Intake
GPC	Glicemia Plasmática Casual
FAO	Food American Organization
FCM	Folha Com Metabissulfito de sodio
FIN	Folha <i>In Natura</i>
FSM	Folha Sem Metabissulfito de sódio
IAL	Instituto Adolf Lutz
IOM	Institute of Medicine
LAPAL	Laboratório de Processamento de Alimentos
LDL	Low Density Lipoprotein
VLDL	Very Low Density Lipoprotein
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SFC	Solid Fat Content
SST	Sólidos Solúveis Totais
STZ	Espreptozotocina
UFC	Unidade Formadora de Colônia
USDA	United States Department of Agriculture
WHO	World Health Organization
VET	Valor Energético Total

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	1
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	3
2.1	Frutos Nativos	3
2.2	Frutas Exóticas: Vantagens Sobre Seu Estudo e Comercialização	3
2.3	Aproveitamento de Sementes Oleaginosas	4
2.4	Biodiversidade das Áreas de Restingas	5
2.5	O Bajuru	6
2.6	O Diabetes Mellitus	9
2.7	Modelos experimentais do Diabetes Mellitus	12
2.8	Plantas Hipoglicemiantes	13
3	<b>MATERIAS E MÉTODOS</b>	17
3.1	Material	17
3.1.1	Matéria-prima	17
3.1.2	Animais de experimentação	17
3.1.3	Biotério	17
3.1.4	Preparação do chá da folha de bajuru	17
3.2	Métodos	17
3.2.1	Manuseio da matéria-prima	17
3.2.1.1	Higienização	18
3.2.1.2	Despolpamento	18
3.2.1.3	Desidratação das folhas	19
3.2.1.4	Extração da fração lipídica	19
3.2.2	Determinações analíticas	20
3.2.2.1	pH	20
3.2.2.2	Determinação de acidez total	20
3.2.2.3	Determinação de sólidos solúveis totais	20
3.2.2.4	Determinação de umidade	20
3.2.2.5	Minerais totais (cinzas)	20
3.2.2.6	Perfil de minerais	21
3.2.2.7	Teor de proteína total	21
3.2.2.8	Perfil de aminoácidos	21
3.2.2.9	Determinação de glicídios redutores e não redutores	21
3.2.2.10	Amido	22
3.2.2.11	Fibra total: solúvel e insolúvel	22
3.2.2.12	Determinação de lipídios	22
3.2.2.13	Determinação do perfil de ácidos graxos	22
3.2.3	Índices de qualidade do óleo das sementes	23
3.2.3.1	Densidade relativa	23
3.2.3.2	Índice de refração	23
3.2.3.3	Índice de acidez	23
3.2.3.4	Índice de peróxido	23
3.2.3.5	Índice de iodo pelo método de wijs	23
3.2.3.6	Índice de saponificação	23

3.2.3.7	Curva do conteúdo de gordura sólida	23
3.2.4	Ensaio microbiológico das folhas do <i>C. icaco</i>	24
3.2.4.1	Bolores e leveduras	24
3.2.4.2	Identificação de heterotróficos	24
3.2.4.3	Coliformes fecais	24
3.2.5	Ensaio biológico	25
3.2.6	Análise estatística	26
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	27
4.1	Morfologia dos Frutos e Sementes	27
4.2	Composição Nutricional	28
4.3	Características Físicas e Químicas do Óleo da Semente de Bajuru	46
4.4	Microbiologia	53
4.5	Avaliação da utilização do chá das folhas de bajuru na prevenção e tratamento do diabetes mellitus	55
5	<b>CONCLUSÃO</b>	63
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	65
7	<b>ANEXOS</b>	78

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação é um fator essencial para a manutenção da saúde, já que os alimentos fornecem ao homem os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento e a manutenção da integridade estrutural e funcional.

Com o advento da industrialização e modernização, os padrões sócio-culturais foram modificados. Pela primeira vez em séculos, o mundo ocidental, em função do seu desenvolvimento tecnológico tem abundância de alimentos, sobretudo os industrializados que graças às logísticas disponíveis são amplamente distribuídos e comercializados.

O padrão dietético atual é baseado em dieta com alto teor de colesterol, gorduras saturadas, carboidratos refinados e sal, em detrimento a uma dieta saudável, onde deveria prevalecer o consumo de alimentos naturais como as hortaliças e as frutas, ricas em fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos. O conjunto desses fatores somado ao sedentarismo refletiu no aumento de doenças crônico-degenerativas como a hipertensão arterial, diabetes mellitus, obesidade, doenças cardiovasculares, além de outras como as doenças de pele, alergias, cáries dentárias e susceptibilidade a infecções.

Atualmente a relação entre a alimentação e a incidência de certas doenças já está bem estabelecida. No entanto, a utilização de alimentos e plantas na prevenção e cura de patologias remonta a história das antigas civilizações. Há 2500 anos Hipócrates descreveu o uso benéfico de vegetais e do vinho no tratamento de certas doenças. É famosa sua frase: “*deixe o alimento ser teu remédio e o remédio ser teu alimento*”. Os babilônicos e sumerianos tanto quanto os chineses (2.600 a.C.) utilizavam em seus remédios, frutos, flores, folhas e raízes no tratamento de seus “males”. Apesar de o homem investigar desde os primórdios o poder dos alimentos para a sua saúde ainda hoje a composição de algumas espécies vegetais e os mecanismos associados a sua atuação não estão completamente esclarecidos. Entretanto, sabe-se que existem em muitas matérias-primas substâncias bioativas e princípios ativos que conferem a determinados alimentos características e funções especiais para o organismo.

O Brasil é o maior detentor das espécies vegetais conhecidas no mundo, onde as frutíferas destacam-se pelo elevado valor econômico, tanto no comércio de frutas frescas como na manufatura de produtos derivados. Assim, surge à necessidade de conhecer melhor o potencial da flora nativa ou adaptada buscando formas de uso sustentável das espécies pouco conhecidas, isso significa máximo aproveitamento e resíduo mínimo contribuindo para o ecossistema e preservando as reservas vegetais naturais.

Dentre essa diversidade florística existem espécies as quais prevalece a escassez ou mesmo a ausência de dados tecno-científicos como o bajuru ou abajeru (*Chrysobanalus icaco*, L.), um arbusto típico das regiões de restinga ao qual é atribuída pela medicina popular a propriedade hipoglicemiante de suas folhas, porém, não existem informações sobre as características nutricionais de seu fruto e semente. Embora bastante consumidos nas regiões onde cresce espontaneamente, as áreas litorâneas, ainda é pouco conhecido no restante do Brasil apresentando valor econômico ainda a ser explorado. No entanto, o bajuru está sujeito a desaparecer em virtude do desmatamento, seja pela exploração inadequada da madeira ou mesmo devido a construções irregulares em áreas de restinga, como tem ocorrido com outras espécies regionais de igual potencial que se encontram ameaçadas de extinção. Portanto, há necessidade de estimular o desenvolvimento de pesquisas que visem conhecer melhor essa espécie, principalmente nas áreas relacionadas aos recursos genéticos, conservação, manejo e aproveitamento agroindustrial (alimentação, indústria).

Considerando esses fatos, este trabalho teve por objetivo desvendar através de determinações químicas, físicas e físico-químicas o valor nutricional e funcional das folhas, fruto e semente do bajuru, e assim despertar o interesse para o resgate do cultivo, extração racional, transformação para consumo próprio, geração de renda e inserção dessas porções na dieta tradicional da população brasileira. Além, de contribuir com estudos sobre as propriedades hipoglicemiantes do chá das folhas do *Chrysobalanus icaco*, Linn auxiliando no controle e prevenção do diabetes mellitus.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Frutos Nativos

O Brasil é um país de grandes dimensões, constituído por regiões famosas por sua diversidade em recursos naturais que se encontram distribuídos por diferentes ecossistemas. Na extensão das terras brasileiras existem cerca de 500 espécies de plantas frutíferas, na sua maioria pouco estudadas ou com grande deficiência de informações na literatura, em especial, sobre as espécies nativas e exóticas (VIEIRA NETO, 2002).

Entre os principais ecossistemas que resguardam os frutos nativos encontram-se: a floresta amazônica, a mata atlântica, o cerrado e a restinga. Apresentando em cada região do país, frutas e vegetais bem característicos, como o sapoti (*Achras sapota*, L.), o umbú (*Spondias spp.*), e a pitomba (*Talisia esculenta* [St. Hil] Radlk) encontrados no Nordeste. A pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth), o camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK), o açai (Euterpe oleracea, Mart.) e o guaraná (*Paullinia cupana*, Kunth) no Norte. O araticum (*Annona crassiflora*, L.) e a cagaita (*Eugenia dysenterica*, DC.) presentes no Centro-Oeste. A brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*, (Schott) Buret), a sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), o bajuru (*Chrysobanalus icaco*, L) típicos do Sudeste. A feijoa (*Feijoa sellowiana*, Berg) e o pinhão (*Jatropha gossypifolia*, L.) na região Sul (BRASIL, 2002).

Algumas dessas espécies nativas se destacam e já são exploradas economicamente, mas esse fato limita-se apenas àquelas que têm grande apelo regional (CARVALHO & MULLER, 2005). No que diz respeito a grande maioria, não se tem conhecimento sobre seu desenvolvimento vegetativo, início de produção, descrição botânica, época de floração e incidência de doenças e pragas (CARVALHO & MULLER, 2005; ARRUDA & NOLASCO, 1986), como ocorre com o bajuru.

As frutas nativas representam importantes recursos na alimentação de populações rurais, mas por meio de práticas predatórias aliada às dificuldades naturais de produção têm levado a redução de muitas espécies (SILVA, 2006). Salvo a algumas raras exceções não existem pomares organizados ou implantados de frutas nativas com a finalidade de exploração racional, visto que, a utilização de espécies pode ser uma alternativa econômica para o aproveitamento sustentado da região, constituindo fontes de exploração, cuja pesquisa e desenvolvimento de tecnologias podem viabilizar seu aproveitamento em curto prazo. (RIBEIRO *et al*, 1994).

### 2.2 Frutas Exóticas: Vantagens Sobre Seus Estudo e Comercialização

O consumo de frutas remonta aos primórdios da humanidade, desde que o homem era um coletor de alimentos para garantir a sua sobrevivência (BARNES, 1955). Ao longo da história, não só diversificaram-se as formas de utilização das frutas como alimento (sucos, sorvetes, iogurtes, bebidas, etc.), mas também, foram adicionados outros fins de consumo das frutas (xampus, cremes de beleza, etc.) em virtude de suas propriedades saudáveis. Pobre em calorias e gorduras, mas ricas em vitaminas, fibras e sais minerais, as frutas vêm sendo definidas nos últimos anos como sinônimo de saúde e, por esse motivo, vêm se tornando um produto com demanda crescente no mercado nacional e internacional (BRASIL, 1998).

O Brasil tem condições bastante propícias ao desenvolvimento de uma produção diversificada de frutas voltada para a comercialização *in natura*, não apenas restringindo-se ao

comércio de seus derivados. As vantagens comparativas da variação dos solos e clima nas diferentes regiões brasileiras são bastante favoráveis ao desenvolvimento de frutíferas, seja pela alta insolação, que permite um alto índice de produtividade e reduz o tempo de colheita, ou seja, em função da baixa umidade, que diminui a incidência de pragas e, conseqüentemente, reduz o uso de agrotóxicos favorecendo o cultivo de frutíferas tropicais, subtropicais e temperadas (SIMÃO, 1998). Nesse sentido, a soma de fatores como calor, luz, umidade e tecnologia de irrigação podem possibilitar a produção de frutas o ano inteiro, o que transformaria o Brasil na melhor alternativa para os países consumidores, durante seus períodos de entressafra (DIAS, 1997).

A fruticultura brasileira se enquadra então em uma área em constante desenvolvimento, especialmente no que se refere às novas opções de cultivo, tanto pela busca por parte dos produtores, como pela procura de novas opções de frutas pelos consumidores, contribuindo para a expansão de produção e mercado (ANDRADE *et al.*, 2008). Sendo assim, o aproveitamento socioeconômico e a demanda por pesquisas de espécies frutíferas nativas refletem na oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para agroindústria, constituindo uma preciosa fonte de alimentos e, riqueza para o país (GIACOMETTI, 1993; SOUZA, 2001; LIRA JÚNIOR, *et al.*, 2005).

No seguimento dessa expansão de mercado das espécies nativas, a procura pela diversificação de culturas proporcionou o aumento pelo interesse de cultivo e consumo de frutas exóticas. Esse mercado é impulsionado pela busca por produtos diversificados como geléias, compotas, doces e sorvetes ou simplesmente *in natura* onde em qualquer forma de apresentação o aroma, sabor e valor nutritivo são valorizados (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Em 2005, entre as principais frutas comercializadas no mundo as tropicais e exóticas atingiram um volume de comercialização de 3,0 bilhões de dólares, com participação de 9,5% do mercado segundo IBRAF (2005). Entre àquelas com maior destaque de comercialização no CEAGESP, encontra-se o mangostão, a pitaiá, a seriguela e a romã, no entanto, o volume e a diversidade ainda são pequenos em comparação com as frutas tradicionais, logo o potencial de expansão desse mercado é muito grande (DONADIO, 2008) e frutas como o bajuru, pouco conhecidas e estudadas, podem se tornar interessantes para o mercado da fruticultura quando sua importância nutricional e funcional for conhecida.

### **2.3 Aproveitamento de sementes oleaginosas**

Os últimos anos foram marcados pelo consumo de alimentos processados e tecnologias que aumentam a produtividade e reduzem os custos de produção. O cenário atual exige maior compromisso com o meio ambiente e com a qualidade dos produtos. Assim, a industrialização de oleaginosas constitui-se em uma das mais importantes atividades do agronegócio brasileiro pela utilização dos seus produtos na formulação de alimentos, cosméticos, fármacos e biocombustíveis (PARAÍSO *et al.*, 2005; FREITAS, *et al.*, 2007).

Nos processos fabris, as indústrias alimentícias produzem resíduos que poderiam ter uma finalidade muito mais benéfica ao homem e ao meio ambiente. Muitos frutos comestíveis são processados para fabricação de vários produtos, como as polpas, sucos tropicais, sucos concentrados, nectáres, doces em conserva e extratos, os quais possuem sementes e cascas, quando não utilizadas na alimentação animal, são normalmente descartadas no meio ambiente com sérios reflexos para o ecossistema (SCHIEBER *et al.*, 2001). O aproveitamento dessas porções, além de agregar valores no agronegócio, gerando rendas e empregos, minimizaria os danos ecológicos a fauna e a flora (KOBORI & JORGE, 2005).

Em função do crescimento da agroindústria de frutas e hortaliças, ocorre um aumento na geração de resíduos, e o descarte desses efluentes representa um crescente problema em função da precibilidade desses materiais, geralmente penso à degradação microbiológica,

limitando uma exploração futura, já que necessitaria de processos tecnológicos que proporcione sua conservação. Por outro lado, o custo desses processos, como a secagem, o armazenamento e o transporte são fatores economicamente limitantes. Por esse motivo, os resíduos industriais são muitas vezes utilizados como ração animal ou na forma de adubo orgânico, depois da compostagem. A utilização de resíduos da agroindústria de frutas e hortaliças como ração pode ser inadequada em função das necessidades nutricionais do animal e da demanda, nem sempre contemplada, além do problema do descarte desses subprodutos serem agravados pelas restrições legais. Desse modo, a utilização desses resíduos de maneira eficiente, econômica e segura para o meio ambiente, está se tornando mais importante, especialmente devido à rentabilidade e aos possíveis empregos gerados (SCHIEBER *et al.*, 2001).

Nos últimos anos tem surgido um crescente interesse na tecnologia dos óleos e gorduras. Esta tendência pode ser atribuída ao fato desses materiais serem obtidos de fontes naturais e empregados como importantes matérias-primas para as indústrias alimentícias, químicas e farmacêuticas (CASTRO *et al.*, 2004). Foi estimado um consumo mundial de óleos vegetais de aproximadamente 126,7 milhões de toneladas em 2007, onde a grande parte, cerca de 102,5 milhões de toneladas, foi destinado para a produção de alimentos (OILSEEDS, 2007).

Devido às suas propriedades físicas, os óleos e gorduras têm grande importância na formulação de diversos produtos alimentícios. São considerados ingredientes chave devido as propriedades que agregam na manufatura e no produto final (PINHEIRO & PENNA, 2004). Assim, a ampla variedade de produtos alimentícios oferecidos atualmente implica na busca de gorduras específicas para cada aplicação fomentando as pesquisas com sementes oleaginosas e sua valorização econômica (GRIMALDI, 1999).

## 2.4 Biodiversidade das Áreas de Restingas

A restinga é um ecossistema típico da costa atlântica brasileira representando cerca de 70% do litoral brasileiro (ARAÚJO, 1992) é originada pelo acúmulo de sedimentos cristalinos e da transgressão marinha no Quaternário (SUGUIO & MARTIN 1990). Entende-se por vegetação de restinga o conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluvio-marinha, são distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima (BRECHEZ & PENTEADO, 2007).

No Brasil, as restingas são encontradas ao longo do litoral desde a costa leste do Pará até a costa do Rio Grande do Sul, perfazendo um total de aproximadamente 9.000 km de extensão, à medida que se caminha do mar em direção ao continente, ocorre uma redução na concentração salina no solo, o que caracteriza vegetações distintas (MANTOVANI, 2007). Pesquisas vêm comprovando o que diz a tradição popular, o valor medicinal de várias espécies das restingas, por exemplo, as clusias (*Clusias fluminensis*, sp.), o sumaré (*Cyrtopodium paranaensis*, sp.), o salsão-da-praia (*Ipomea pescaprae*, Sweet), o cacto (*Piloscerues arrabidae*, sp.), entre outras. Nessa vegetação aparentemente sem valor escondem-se grandes tesouros, como o caju (*Anacardium occidentale*, L.), a pitanga (*Eugenia uniflora*, L.) que são as mais famosas frutas ocorrentes nas restingas, mas há outras espécies de valor como o bacupari (*Garcinia brasiliensis*, Mart), o araçá (*Psidium cattleyanum*, DC), o cambuim (*Myrciaria*, sp), a guapeba (*Pouteria ramiflora*, Radlk), o guriri (*Allagoptera arenaria*), a gabioba (*Campomanesia guazumifolia*, Berg.) e o murici (*Byrsonima sericea*, DC.) (MANTOVANI, 2007).

Dentre as inúmeras espécies vegetais presentes e com potencial de exploração nas áreas da restinga, destaca-se o bajuru (*Chrysobalanus icaco*, L.), planta de porte arbustivo que

se encontra na região nordeste, nos estados do Ceará, Maranhão e Pernambuco, no Norte no estado do Pará e no sudeste, no Rio de Janeiro, além de ser encontrado em outros países como Colômbia e Venezuela (KRUEL & PEIXOTO, 2004).

A falta de informações técnico-científicas sobre essa cultura torna o aproveitamento dessa espécie irrisório, porém possui grande apelo em função do conhecimento popular creditado ao possível efeito hipoglicemiante de suas folhas (MATOS, 1999; LORENZETTI, 1992). De qualquer forma, é preciso priorizar as pesquisas com espécies nativas em virtude da vasta coleção de plantas ainda não domesticadas com boa aceitação e que ainda são exploradas na forma de extrativismo ou que podem sucumbir à extinção visto à ação do homem pelo desmatamento, construções irregulares, contaminação dos solos, entre outras (VEIGA, 1997).

## 2.5 O Bajuru

O bajuru é uma espécie pertencente à família *Chrysobalanaceae* que apresenta distribuição pantropical, com 18-20 gêneros e mais de 500 espécies. Essa família é composta por árvores ou arbustos, com folhas alternas, simples, com estípulas (pequenas e caducas). As flores são geralmente vistosas, reunidas em inflorescência, bracteadas, com tubo floral desenvolvido (hipanto), cinco sépalas, cinco pétalas, livres, cinco estames numerosos, às vezes dispostos unilateralmente, com filetes muitas vezes evidentes, exsertos e coloridos, ovário súpero, com estilete inserido na base (ginobásico), já o fruto é uma drupa, seca ou carnosa (PRANCE, 1979).

No Brasil ocorrem sete gêneros e cerca de 250 espécies, a maioria na região amazônica, junto às florestas de terras baixas. Na Mata Atlântica são encontrados seis gêneros e 59 espécies, sendo 80% delas endêmicas (Tabela 1). Os gêneros *Coeupia* e *Licania* são os melhor representados em número de endemismos. As espécies mais importantes são o oiti (*Licania tomentosa*, Aubl) e o bajuru (*Chrysobalanus icaco*, L), esse último também habita as regiões de restinga (UFMG, 2009).

**Tabela 1** - Endemismo da família *Chrysobalanaceae* no Brasil.

Gêneros	Número de espécies			
	Mundo	Brasil	Mata Atlântica	
			Total	Endêmicas
<i>Chrysobalanus</i>	3	1	1	0
<i>Coeupia</i>	71	57	16	16
<i>Exellodendron</i>	5	6	2	1
<i>Hirtella</i>	107	62	14	9
<i>Licania</i>	214	110	21	15
<i>Parinari</i>	39	12	5	4
Total			59	45

Fonte: <http://www.icb.ufmg.br/bot/mataatlantica/familias/Chrysobalanaceae.htm>.

Bajuru ou ajuru, nome de origem indígena: ayu'ru - árvore de madeira dura, com frutos de polpa comestível (Figura 1). Também é conhecida no Brasil como ajiru; ajuru; ajuru-branco; cajuru; bajuru; goajuru; guajuru, oajuru e abajeru (KRUEL & PEIXOTO, 2004). Essa espécie é encontrada por várias denominações em outros países como: Zicaque (Antillas), Icacillo (Venezuela), Caramio (Guiana), Koenatepie (Suriname), no idioma inglês é

conhecida como coco-plum, icaque ponne, pork-fat-apple, zicate, em francês como prunier de cacao. (KRUEL & PEIXOTO, 2004, FRANCIS, 2003; \_\_\_\_\_, 1998).

De acordo do Vargas *et al* (2000) o *C. icaco* é originário tanto da América como do continente Africano, se naturalizando na Ásia (Índia e Vietnã) e nas Ilhas do Pacífico. Na América se distribuiu desde a Flórida até o sul do Brasil, principalmente nas zonas costeiras e nos litorais orientais na Colômbia ao Equador. Na África sua presença é reportada desde a Guiné até Angola, Tanzânia, Camarões, Senegal e Trinidad e Tobago.

O bajuru é uma planta da classe *Angiospermae*, da subclasse *Dicotiledônea*, da super ordem *Rosidae*, da ordem *Rosales*, da família *Chrysobalanaceae*, da tribo *Chrysobalaneae*, do gênero *Chrysobalanus* (*sensu* Dahlgren 1980). Planta arbórea silvestre de porte médio, com altura máxima de 3 metros e ciclo de vida perenifólia. . O tronco possui diâmetro de 15-30 cm e suas folha com comprimento de 0-4 cm e largura de 3-6cm. Sua forma de vida é classificada como heliofita e higrofito, e a germinação de suas sementes ocorre por volta de 20-30 dias (MATTOS, 1999). As folhas do *Chrysobalanus icaco* são duras e ovais, de cor verde escuro e brilhante na parte superior, suas flores nascem em ramos auxiliares sendo pequenas de cor verde e branco (\_\_\_\_\_, 1998). Possui alta adaptabilidade a condições ambientais e resistência à salinidade e à níveis baixos de umidade onde outras plantas padecem por estresse hídrico, ao fogo e geadas moderadas (KRUEL & PEIXOTO, 2004).



**Figura 1-** Arbusto *Chrysobalanus icaco* L.

O fruto do bajurú é arredondado, com largura de dois a cinco centímetros, de cor diversificada entre o branco-creme, o rosa e o púrpura, por algumas vezes, quase preto, sua polpa branca, um tanto esponjosa, as vezes adocicada, outras, insípida e bastante adstringente quando o fruto não está bem maduro (VARGAS, 2000). A frutificação (Figura 2 e 3) e floração podem ocorrer durante todo o ano, com maior intensidade nos meses de janeiro a abril (\_\_\_\_\_, 1998).

No Brasil normalmente é consumido *in natura*, entretanto, em outras regiões, sua importância é maior porque grande parte de sua produção é industrializada na forma de conservas e doces em calda. Assim, por exemplo, no México, mais precisamente nas feiras litorâneas de Tehuantepec o doce da polpa de guajuru, como fruto é conhecido nessa região, é

a iguaria mais apreciada entre as similares porque a sua feitura é aromatizada com vários tipos de ervas (VARGAS, 2000).



**Figura 2** – Estádio inicial de maturação do Bajuru



**Figura 3** - Fruto maduro do Bajuru

No conjunto das possíveis propriedades medicinais do bajuru é descrito em alguns países o uso das raízes e folhas contra a desintéria e leucorréia. Suas folhas também possuem características anestésica e antiinflamatória com os principais relatos relacionados ao poder hipoglicemiante (FRANCIS, 2003; JARDIM, *et al*, 2005).

Gattas *et al.* (2003) identificaram e patentearam uma substância extraída das folhas do abajeru (*Chrysobalanus icaco*, L.) que é capaz de matar até as mais resistentes células cancerosas. Esse estudo mostrou que o ácido pomólico, substância purificada através de solventes orgânicos do *Chrysobalanus icaco*, não apenas mata linhagens de células tumorais de várias origens, mas também linhagens tumorais que expressam o fenômeno de resistência a múltiplas drogas (MDR). Os experimentos realizados demonstraram o potencial do ácido pomólico como agente antitumoral, eliminando de 80 a 90% das células cancerígenas.

Ferreira-Machado *et al.* (2004) analisaram os efeitos toxicológicos do extrato aquoso das folhas do *Chrysobalanus icaco*, usados em diferentes patologias. Isto foi estudado através da: (i) alteração da topologia de um plasmódio; (ii) sobrevivência de tensões bacterianas submetidas, ou não, ao tratamento precedente com SnCl<sub>2</sub>; (iii) eficiência de transformação da tensão do *Escherichia coli* pelo tratamento com o plasmódio. Em (i), o tratamento do plasmódio resultou nas rupturas do DNA. Uma diminuição do efeito letal induzido por SnCl<sub>2</sub> na presença do extrato foi encontrada, quando nenhuma redução bacteriana de sobrevivência do *C. icaco* foi observada. A eficiência de transformação do plasmódio também foi reduzida. Observando a presença de ação antioxidante.

Fernandes *et al* (2003) demonstraram que o extrato do metanólico das folhas de bajuru tem efeito inibitório drástico nas células HeLa e causa modificação do perfil protéico em concentrações elevadas (100 e 200 µg/ml) após 48h da incubação, mostrando atividade antimicrobiana. Castilho *et al* (2000) publicou em estudo a existência das atividades analgésica e antiinflamatória. Os potenciais antiangiogênicos foram observados através de uma redução de aproximadamente 44% na formação de novos vasos (ALVES *et al*, 2000).

Apenas um estudo faz referência da utilização do chá das folhas do *Chrysobalanus icaco* em animais diabéticos, Pereira (1987) observou que o chá a 5% reduziu a glicemia de jejum devido ao bloqueio na absorção intestinal de glicose em 64,2% (PRESTA, 1987).

No que concerne à caracterização do valor nutricional das folhas, frutos e sementes dessa espécie, a literatura científica nacional não dispõe de quaisquer informações o que a torna uma espécie com grande possibilidade exploratória, abrindo caminho para pesquisas que se proponham a estudar frutos e folhas das áreas de restingas, tão comuns nos litorais da região sudeste do país.

## 2.6 O Diabetes Mellitus

O Diabetes Mellitus (DM) é uma doença tão antiga quanto a própria humanidade, sendo a mais importante patologia que envolve o pâncreas endócrino (RAMALHO, 1998). Seus sintomas foram descritos há cerca de 3500 anos, no Papiro de Ebers no antigo Egito (MARLES & FARNSWORTH, 1995).

A denominação diabetes foi usada pela primeira vez por Apolonio e Memphis em 250 a.C., diabetes que em grego quer dizer sifão (tubo para aspirar água). Este nome foi dado devido à sintomatologia da doença que provoca sede intensa e grande quantidade de urina. O diabetes só adquire a terminologia mellitus no século I d.C.; Mellitus, em latim, significa mel, logo a patologia passa a ser chamada de urina doce (GAMA, 2002).

O diabetes é caracterizado por um grupo de doenças que resultam do desequilíbrio dos mecanismos homeostáticos. Esses mecanismos mantêm os níveis de glicose sanguínea dentro de uma faixa estreita de 4,5- 5,5 mM/l (TIWARI E RAO, 2002). O controle é realizado por modulação hormonal, sendo, basicamente, dois os hormônios reguladores: glucagon que é o

hormônio responsável pelo metabolismo jejum e a insulina, o hormônio que estimula a captação e a utilização da glicose pelos músculos esqueléticos, cardíaco e adipócitos, após a ingestão de alimentos ricos em carboidratos. Esses dois hormônios são secretados e liberados pelo pâncreas: o glucagon pelas células alfa das ilhotas de Langerhans e a insulina pelas células  $\beta$ . Estados em que a homeostasia do metabolismo de carboidratos e lipídeos não é regulada de maneira apropriada pela insulina, resultam, primariamente, em um aumento dos níveis de glicose sanguínea em jejum e pós-prandial. Se esse desequilíbrio homeostático não for restabelecido o sistema endócrino será exposto a uma sobrecarga, causando exacerbação dos distúrbios metabólicos que resulta em hiperglicemia, a qual pode evoluir para o Diabetes mellitus (TIWARI E RAO, 2002; WHO, 2002; BRANSOME, 1992). Na realidade, sabe-se que o diabetes mellitus é bem mais complexo, pois a insulina é um modulador primário do equilíbrio metabólico não apenas dos carboidratos, como também de proteínas e lipídios (NOGUEIRA, 2003; SILVA *et al.*, 2003).

Segundo a American Diabetes Association (ADA, 2003) as causas do diabetes representam um mistério embora seja reconhecida a importância da genética e dos fatores ambientais como: obesidade, inatividade física, história familiar de diabetes, idade avançada, transição nutricional, homeostasia deficiente e etnia.

Esta patologia é um dos principais problemas de saúde pública em muitos países e sua prevalência cresce continuamente, apenas em 2007 foram diagnosticadas 17.5 milhões de pessoas apenas nos Estados Unidos (ADA, 2008). De acordo com o último estudo multicêntrico de base populacional, cerca de 7,60% da população brasileira e 7,47% da população no Rio de Janeiro, sofrem de diabetes (SBD, 2009). No entanto de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), cinco milhões de brasileiros têm diabetes (OLIVEIRA & FILHO, 2004). Estima-se que em 2030 a diabetes aflija a 366 milhões de pessoas em todo o mundo, com aumento da prevalência em pessoas com mais de 65anos de idade (WILD *et al.*, 2004). No ranking dos 10 países mais atingidos pelo diabetes, o Brasil ocuparia a 6º posição, com 11,3 milhões de diabéticos (KING *et al.*, 1998; WILD *et al.*, 2004). Esta situação é agravada devido às estatísticas mostrarem que 50% das pessoas não sabem que têm diabetes e 23% conhece seu diagnóstico, mas não fazem nenhum tipo de tratamento (OLIVEIRA & FILHO, 2004).

Os principais tipos de diabetes são: o tipo 1, o tipo 2 e o diabetes gestacional. O tipo 1 é responsável por 5-10% dos casos diagnosticados e causa a destruição autoimune das células  $\beta$  do pâncreas, que produz a insulina, necessitando de aporte exógeno desse hormônio, constitui a principal forma de diabetes diagnosticada na infância e adolescência. O tipo 2 é a mais comum entre adultos, mas cresce continuamente entre crianças e adolescentes, representa cerca de 90 a 95% dos casos e resulta da combinação de deficiência na secreção e/ou ação da insulina por perda de função das células  $\beta$  (PERSAUD *et al.*, 1999; SHEARD & CLARK, 2000). O diabetes gestacional decorre da diminuição da tolerância à glicose, sendo diagnosticada pela primeira vez na gestação, podendo persistir ou não após o parto, afetando 4% das gestantes (SBD, 2003).

Pode-se incluir a categoria outros tipos de diabetes como aquelas decorrentes de causas genéticas associadas a outras doenças, aquelas causadas pelo uso de fármacos diabetogênicos, em consequência do alcoolismo, infecções no pâncreas exócrino, uso de medicamentos, doenças endócrinas (SHEARD & CLARK, 2000; SBD, 2003).

O DM tipo 2 também inclui uma condição prévia ao diagnóstico determinado como pré-diabetes, que ocorre quando o nível de glicemia sanguínea está acima do normal mas não o suficiente para permitir o diagnóstico da doença, só no Estados Unidos em 2007 os pré-diabéticos representavam 57 milhões de pessoas (ADA, 2009). A evolução para o diabetes procederá com a manutenção da hiperglicemia por tempo variável podendo o indivíduo se

encontrar no estágio de glicemia alterada ou tolerância diminuída, conforme Quadro 1 (SBD, 2003).

Todas as formas de diabetes, inerentes ou adquiridas, são caracterizadas primeiramente por hiperglicemia e falta absoluta ou relativa de insulina (ou resistência à insulina). Os efeitos metabólicos dessa alteração são responsáveis pela sintomatologia aguda representada pela polidipsia, poliúria e polifagia. Persistindo a hiperglicemia pode se desenvolver a cetoacidose e desidratação, sendo primordial o controle a curto prazo. O surgimento de patologias micro e macrovasculares específicas do diabetes como retinopatias, nefropatias, distúrbios neurológicos e amputação de membros inferiores são decorrentes o mal controle glicêmico (SCHMIDT & STERN, 2000; BERNE *et al.*, 2000; GODOY, 2000; SAID *et al.*, 2002).

**Quadro 1** - Diagnóstico de diabetes e homeostasia de glicose prejudicada em (mg/dl).

<b>Categorias</b>	<b>Jejum*</b>	<b>2h após 75g glicose</b>	<b>GPC**</b>
Glicemia de jejum alterada	>110 e <126	<140 (se realizada)	
Tolerância à glicose diminuída	<126	≥140 e < 200	
Diabetes mellitus	≥ 126 ou	> 200 ou	≥ 200 (com sintomas clássicos)***

\* O jejum é definido como a falta de ingestão calórica de no mínimo 8h.

\*\* Glicemia plasmática casual (GPC) é definida como aquela realizada a qualquer hora do dia, sem observar o intervalo da última refeição.

\*\*\*Os sintomas clássicos são: poliúria, polidipsia e perda de peso inexplicada.

Só no ano de 2002, foram gastos cerca de 22 milhões de dólares com a Diabetes no Brasil, sendo o custo médio per capita estimado foi de 872 dólares americanos, o mais alto da América Latina (BARCELÓ *et al.*, 2003). A ADA (2008) estimou um custo total com o diabetes nos Estados Unidos de 174 bilhões de dólares, onde 27 bilhões custeavam o tratamento direto, 58 bilhões eram utilizados para tratar complicações crônicas correlacionadas, 147 bilhões para gastos médicos e 58 bilhões representavam a redução na produtividade nacional. Os gastos médicos com pessoas diabéticas alcançam o dobro, ou o triplo em comparação com doentes não afetadas pelo diabetes (BARCELÓ *et al.*, 2003).

Os altos gastos se justificam, pois indivíduos com diabetes estão em maior risco para desenvolverem sintomas neurológicos; doença vascular periférica; doença cardiovascular; complicações renais, endócrinas/ metabólicas, oftalmológicas, entre outras. Cerca de 60-70% dos diabéticos possuem alguma forma e neuropatia (ADA, 2008). Associasse a isto, o fato do Diabetes levar a complicações que comprometem a produtividade, qualidade de vida e sobrevivência de indivíduos, além de envolver alto custo no tratamento da doença e de suas complicações. Esta patologia está relacionada a maiores taxas de hospitalizações e necessidades de cuidados médicos; a maior incidência de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares; cegueira adquirida; elevação de 17 vezes na chance do desenvolvimento da insuficiência renal; e aumento em 40 vezes da probabilidade de amputações não traumáticas de membros inferiores. Pode-se prever a carga que isso representa para os sistemas de saúde mundial (SARTORELLI & FRANCO, 2003).

As complicações crônicas do Diabetes Mellitus são as principais responsáveis pela morbidade e mortalidade dos pacientes diabéticos. As doenças cardiovasculares representam a principal causa de morte (52%) em pacientes diabéticos do Tipo 2 e estes pacientes

constituem cerca de 30% das admissões em Centros de Tratamento Intensivo (SBD, 2009). Diversos fatores de risco passíveis de intervenção estão associados ao maior comprometimento cardiovascular observado nos pacientes diabéticos entre eles o controle adequado da pressão sanguínea, obesidade, colesterol e triglicérides plasmáticos é fundamental para evolução favorável da doença (HAYDEN & REAVEN, 2000).

A alimentação já é conhecida há muitos anos por ser o fator chave no desenvolvimento dos fatores de riscos para as doenças crônicas como o diabetes. Sua relevância foi devido às mudanças em todo o mundo desde a segunda metade do século XX com a inserção de novos produtos alimentares na dieta habitual em virtude do desenvolvimento das cidades e da industrialização. Uma dieta tipicamente mais densa, rica em ácidos graxos saturados e açúcares, conjugada a inatividade física é aquela observada em países com altos índices de diabéticos. Atualmente, a procura por um estilo de vida mais saudável associada ao ressurgimento de práticas históricas da utilização de plantas no tratamento de doenças se tornou uma tendência das pesquisas no controle dos sintomas do DM. No entanto, ainda são escassas as informações sobre plantas nativas que apresentam propriedades hipoglicemiantes (WHO, 2002).

Estes dados bastariam para justificar o estudo entre nossa flora de plantas medicinais que possam auxiliar no tratamento do DM, uma vez que os recursos financeiros envolvidos no tratamento, recuperação e manutenção de pacientes portadores da patologia são altos para governo e sociedade (WHO, 2002).

## 2.7 Modelos Experimentais do Diabetes Mellitus

Devido ao grande impacto causado pelo diabetes na saúde mundial muitos trabalhos recorrem ao modelo de diabetes experimental utilizando-se de animais com o objetivo de conhecer, prevenir e controlar os sintomas da doença por meio de tratamento e/ou dieta.

Os modelos mais utilizados *in vivo* para o estudo do diabetes são roedores pelo maior conhecimento da sua fisiologia, fácil manuseio e disponibilidade, além de desenvolverem sinais clínicos semelhantes aos diabéticos graves, apresentando queda progressiva do peso corporal, aumento da ingestão hídrica e alimentar, diurese, elevação da glicemia, glicosúria, problemas de visão, aumento do número de óbitos e eventualmente cetonúria (LERCO *et al*, 2003; DERIVI *et al* 2002). Além de apresentarem em longo prazo complicações como neuropatia (MACHADO, *et al*, 2000).

São vários os mecanismos de indução de diabetes em animais entre eles: estresse, infecções virais, toxina ou manipulações como a pancreatectomia, lesões do sistema nervoso central, uso de hormônios anti-insulínicos, exposição à hidrocortisona e utilização de agentes químicos (LERCO *et al*, 2003).

Na indução química os animais são tratados com aloxano ou estreptozotocinas (STZ) (MARLES & FARNSWORTH, 1995; LERCO *et al*, 2003. DERIVI *et al* 2002; CAMENON-SMITH *et al*, 1997). Ambas as drogas afetam o pâncreas endócrino, porém mantêm intacto o pâncreas exócrino, produtor das enzimas digestivas (SZKUDELSKI, 2001). A STZ é um glicosídeo nitroso natural isolado do *Streptomyces achromogenes* que estimula a produção de radicais livres, o que leva à destruição e disjunção das células  $\beta$  das ilhotas de Langerhans do pâncreas. Este xenobiótico tem sido usado para induzir o diabetes com concomitante deficiência de insulina e uma dose de aproximadamente 40mg/kg de peso corpóreo em ratos pode produzir um modelo experimental do diabetes tipo II (MARLES & FARNSWORTH, 1995).

O aloxano, um derivado da pirimidina, é uma toxina muito seletiva das células  $\beta$ -pancreáticas por causar a inibição da glicoquinase. Essa citotoxicidade seletiva do aloxano é devido à grande capacidade da célula beta em acumular a droga, aliada ao fato dessa célula

demonstrar uma maior sensibilidade aos radicais peróxidos, quando comparada a outros tipos celulares (JÖRNS *et al.*, 1999). No entanto, apesar de ser um bom modelo para o diabetes mellitus, há problemas devido à sua instabilidade química, metabolismo rápido e alguns fatores, tais como dieta e idade, que tornam quase impossível estabelecer uma relação clara entre as doses de aloxano e sua concentração efetiva no pâncreas (MARLES & FARNSWORTH, 1995).

Quanto às vias de administração da droga, a via endovenosa tem sido a preferida na maioria das espécies animais. Contudo, quando essa via for utilizada, a velocidade de infusão é importante. Doses efetivas de aloxano não produzem diabetes se as mesmas são injetadas muito lentamente. As vias subcutâneas e intraperitônioal também são consideradas satisfatórias nos roedores (LERCO *et al.*, 2003).

O jejum tem um papel importante em relação à ação da droga, pois o índice de conversão em animais diabéticos após a indução aumenta quanto mais prolongado for o tempo de jejum, podendo chegar a 95% de conversão após indução com jejum prévio de 48 a 60 horas. A administração de uma dose similar de aloxano, quando o jejum não foi observado, diminui essa resposta para menos de 25% (LERCO *et al.*, 2003).

## 2.8 Plantas Medicinais

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define planta medicinal como toda aquela, silvestre ou cultivada, que é utilizada, como recurso para prevenir, aliviar, curar ou modificar um processo fisiológico normal ou patológico, ou como fonte de fármacos e de seus precursores (WHO, 1998a; ARIAS, 1999).

Dados literários sobre a utilização de espécies vegetais para a prevenção ou cura de doenças são encontrados há mais de 50.000 anos. O homem descobriu através de experiências e observações que determinadas plantas poderiam ser utilizadas no tratamento de seus males. Muitas civilizações, como os babilônicos, sumerianos (2.600 a.C.) e egípcios (1.500 a.C.) descreveram a utilização de ervas e vegetais como forma de medicamento (DEVIENNE *et al.*, 2004). No Brasil, o registro da utilização de plantas medicinais data da época de seu descobrimento, porém sabe-se que os índios que aqui viviam já detinham o conhecimento terapêutico das plantas oriundas da flora nacional (REIS *et al.*, 2004).

Entre as diversas patologias tratadas com o auxílio das plantas está o diabetes mellitus (DM). Até o início do século passado, a única alternativa para o diabetes eram as plantas medicinais, sendo os primeiros medicamentos desenvolvidos a partir de 1921, quando a insulina foi empregada de forma terapêutica pela primeira vez por Banting e Best (ALARCON-AGUILAR *et al.*, 2002; CARVALHO, 2005; ROCHA *et al.*, 2006).

As plantas sempre foram usadas como fontes de medicamentos e muitas drogas derivam direta ou indiretamente delas. Cerca de 25% do total de fármacos disponíveis no mercado são originados das mesmas, com 121 substâncias ativas utilizadas na terapêutica (CALIXTO, 2000). Entre os 252 fármacos básicos ou essenciais selecionados pela Organização Mundial de Saúde 11% são de origem exclusivamente vegetal. Isso se deve, em parte, à grande variedade de espécies existentes na flora mundial, entre 250 a 500 mil, muitas com importantes propriedades terapêuticas (RATES, 2001). No contexto do DM a etnobotânica reporta a existências de 1200 plantas no mundo com potencial anti-diabético, dentre as quais mais de 300 são encontradas freqüentemente na literatura e muitas espécies ainda podem ser utilizadas como novos agentes hipoglicemiantes (NEGRI, 2005; KART *et al.*, 2003; SAXENA, 2004).

Segundo dados da OMS, 65-80% da população que vive em países em desenvolvimento não tem acesso à medicina moderna e medicamentos essenciais, recorrendo aos produtos de origem natural para o cuidado primário da saúde (WHO, 1999; CALIXTO,

2000). No Brasil os dados mais recentes indicam que apenas 20% da população é responsável pelo consumo de 63% dos medicamentos sintéticos os demais utilizam os produtos de origem natural como a principal fonte de recursos terapêuticos (DI STASI, 1996). A utilização de plantas representa uma terapia de menor custo em relação àquelas oferecidas pelas indústrias farmacêuticas e atendem a uma gama crescente da população mundial que utiliza essa forma de tratamento por considerar produtos naturais mais seguros e melhores do que as drogas sintéticas (CAPASSO *et al.*, 2000; LAPA *et al.*, 2004; WHO, 1999).

Na medicina chinesa tradicional, 82 plantas medicinais estão relacionadas como medicamentos naturais para o tratamento do diabetes e suas complicações (LI *et al.*, 2004). Barbosa-Filho *et al.* (2005), em um trabalho de revisão, indicaram cerca de 224 plantas e 40 substâncias isoladas de plantas com atividade hipoglicemiante nas Américas Central, do Norte e do Sul. Grover *et al.* (2002) encontraram cerca de 800 plantas com potencial antidiabético que apresentaram resultados positivos em ensaios experimentais. Quanto as substâncias isoladas, mais de 200 compostos obtidos de plantas já mostraram efeito hipoglicemiante em ensaios farmacológicos, alguns desses compostos podem ter potencial terapêutico, enquanto outros podem produzir hipoglicemia, no entanto estudos detalhados devem ser realizados devido aos possíveis efeitos colaterais ou toxicidade, principalmente hepatotoxicidade, produzida por algumas ervas (ROCHA *et al.*, 2006).

De todas as espécies estudadas e com possíveis efeitos no controle da glicemia, poucas foram aquelas que tiveram sua aplicação medicinal comprovada em virtude de sua eficácia e segurança. Entre aquelas com indicação segura destaca-se a cebola (*Allium cepa*, L.), pata-de-vaca ou bauínia (*Bauhinia forficata* Link), quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* L.), melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), figo (*Ficus carica* L.) e a alfavaca (*Ocimum basilicu*, L.) (WHO, 1999; VOLPATO, 2002; LORENZETI, 2002).

Esse interesse sobre as plantas medicinais para o tratamento de diabetes se justifica pois, as mesmas mostram efeitos benéficos múltiplos no combate à diabetes, a complicações a ela relacionadas (AL-HABORI E RAMAN, 1998) e principalmente, em decorrência da alta prevalência, custos e valores elevados de morbidade e mortalidade envolvidos nesta patologia. Em 2007 foram diagnosticadas 17.5 milhões de pessoas apenas nos Estados Unidos (ADA, 2009). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), cinco milhões de brasileiros têm diabetes (OLIVEIRA & FILHO, 2004). Estima-se que em 2030 a diabetes aflija a 366 milhões de pessoas em todo o mundo. No ranking dos 10 países mais atingidos pelo diabetes, o Brasil ocuparia a 6ª posição, com 11,3 milhões de diabéticos (KING *et al.*, 1998; WILD *et al.*, 2004). Esta situação é agravada devido às estatísticas mostrarem que 50% das pessoas não sabem que têm diabetes e 23% conhece seu diagnóstico, mas não fazem nenhum tipo de tratamento (OLIVEIRA & FILHO, 2004). No ano de 2002, foram gastos cerca de 22 milhões de dólares com a Diabetes no Brasil, sendo o custo médio per capita estimado de 872 dólares, o mais alto da América Latina (BARCELÓ *et al.*, 2003).

No Brasil existe um grande número de plantas medicinais usadas popularmente para o tratamento do diabetes mellitus, dentre elas o alho (*Allium sativum* L.), quixaba (*Bumelia sartorum* Mart.), babosa (*Aloe* sp), boa noite (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don), carqueja (*Baccharis genisteloides* var. *trimer*a), eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill.), graviola (*Annona muricata* L), insulina vegetal (*Cissus sicyoides* L.), romã (*Punica granatum* L.) e sucupira (*Bowdichia virgiloides* Kunth) e o bajuru (*Chrysobanalus icaco*, L.). (ROCHA *et al.*, 2006; NEGRI, 2005; CARVALHO, 2005; PRESTA, 1987).

Os efeitos advindos do uso de plantas medicinais é atribuído a presença de metabólitos secundários que são compostos especiais biossintetizados pelas plantas como mecanismo de defesa às condições ambientais, de adaptação e regulação, muitos desses compostos são os responsáveis pelo efeito medicinal das espécies vegetais (MONTANARI, 2001). O mecanismo de ação pelos quais os metabólitos secundários agem através das plantas para a

redução dos valores glicêmicos pode ser atribuído aos seguintes fatores: aumento da liberação de insulina por meio da estimulação das células  $\beta$ -pancreáticas; resistência aos hormônios que elevam a glicemia; aumento do número e da sensibilidade do sítio receptor de insulina; redução da absorção intestinal de glicose; diminuição da perda de glicogênio; aumento do consumo de glicose nos tecidos e órgãos; eliminação de radicais livres; resistência à peroxidação de lipídeos; correção da desordem metabólica causada em lipídeos e proteínas e estímulo ao aumento da microcirculação do sangue no organismo (PEREIRA, 1987; MARLES & FARNSWORTH, 1995; HOU *et al.*, 2003; SAID *et al.*, 2002, LI *et al.*, 2004; VOLPATO *et al.*, 2002).

Existem muitas substâncias extraídas de plantas que reduzem o nível de glicose no sangue e a grande variedade de classes químicas (Quadro 2) indica que uma enorme diversidade de mecanismos de ação devem estar envolvidos na redução do nível de glicose no sangue, enquanto outras podem produzir hipoglicemia como efeito colateral devido à sua toxicidade (PÉREZ GUTIÉRREZ, 2002; WANG & NG, 1999; LAMBA *et al.*, 2000).

No conjunto dessas substâncias é possível notar a presença de macro e micronutrientes que podem ajudar ou ser a causa dos benefícios causados pela utilização de plantas medicinais (MARLES & FARNSWORTH, 1995). Entre os carboidratos, as fibras devem ser consideradas destaque, já que desencadeiam numerosos mecanismos que incluem a redução do tempo de trânsito intestinal, modificação da atividade das enzimas digestivas, seqüestros de componentes de lipídios micelares, interferência na absorção de diferentes nutrientes e promoção da degradação de componentes do cólon (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Em relação aos minerais o cromo merece destaque, pois melhora a eficiência da insulina em pessoas com glicemia alta e naquelas com hipoglicemia, esse mineral normaliza a função da insulina, aumenta sua eficiência e leva ao retorno das concentrações normais mais rapidamente em resposta a glicose (EVANS, 1992). Sobre a descrição dos mecanismos pelos quais o cromo age, foi proposto que esse mineral aumenta a fluidez da membrana celular para facilitar a ligação da insulina com seu receptor (VICENTE, 1994) e que funciona como um carreador de cromo para proteínas celulares deficientes desse mineral (VICENTE, 2000). Mais recentemente, o cromo foi caracterizado como componente participante do mecanismo de amplificação da sinalização celular de insulina, ou seja, um fator colaborador do aumento da sensibilidade de receptores insulínicos na membrana plasmática (VICENTE, 1999). O cromo está intimamente ligado a diabetes, visto que pacientes com intolerância à glicose e diabetes mellitus costumam apresentar baixa concentração sérica de cromo (ZIMA *et al.*, 1998).

No que concerne à ação dos ácidos graxos, num determinado momento, a secreção de insulina será governada não apenas pela concentração de glicose sérica, mas também pela concentração prevalente e natureza dos ácidos graxos circulantes. O efeito dos ácidos graxos varia muito, elevando a secreção de insulina com o aumento do comprimento da cadeia e diminuindo com o grau de insaturação. Assim os ácidos graxos de cadeia longa como palmitato, ácido linoléico e linolênico potencializam a secreção de insulina em resposta à concentração basal de glicose e aqueles monoinsaturados e poli-insaturados aumentam a resposta das ilhotas de Langerhan à glicose (Haber *et al.*, 2001).

**Quadro 2** – Constituintes naturais hipoglicemiantes.

<b>Classe química</b>	<b>Nº de constituintes ativos</b>
Alcalóides	38
Carboidratos	66
Cumarinas	4
Glicosídeos cianogênicos	1
Flavonóides	7
Glicopeptídeos	20
Minerais	3
Iridóides	4
Ácidos graxos	6
Peptídeos e aminas	15
Fenólicos	4
Fenolpropanóides	1
Esteróides	7
Estilbenos	1
Substâncias sulfúricas	2
Terpenóides	17
Vitaminas	2
Xantonas	1

Fonte: Marles & Farnsworth, 1995

Nas várias espécies vegetais utilizadas popularmente na prevenção ou tratamento do diabetes ainda não se sabe o princípio ativo responsável pela redução da glicemia, entre essas se chama atenção para o bajuru, fruta nativa da restinga brasileira, a qual não se possui ao menos o conhecimento de suas características nutricionais. Pelo o que sugere a medicina popular este fruto pode conter componentes que lhe forneçam propriedades funcionais para o controle da glicemia e dos efeitos colaterais do diabetes mellitus (JARDIM *et al*, 2005; ROCHA *et al*, 2006).

Por esses motivos conhecer o perfil nutricional das folhas, polpa e sementes do bajuru pode ajudar a entender quais os constituintes estão envolvidos na forma de ação das plantas no organismo.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Material

#### 3.1.1 Matéria-prima

Os frutos e folhas de bajuru foram colhidos na restinga de Massambaba, no município de Arraial do Cabo, no estado do Rio de Janeiro, entre os meses de janeiro a março de 2008 e 2009, quando ocorre o período da safra dessa espécie vegetal nesta região. Logo após a colheita, separadamente folhas e frutos foram embalados em sacos plásticos e acondicionados em caixas térmicas tipo isopor® contendo gelo seco e imediatamente foram transportados para o Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos (LAPAL) do Instituto de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde se mantiveram armazenados sob refrigeração até o momento de sua utilização.

#### 3.1.2 Animais de Experimentação

Para a realização deste trabalho foram utilizadas 72 camundongos machos swiss adultos da variedade *Albinus*, ordem *Rodentia mammalia*, família *Muridae*, provenientes da colônia do Biotério Central da FioCruz, local onde receberam ração apropriada para camundongos e água *ad libitum*, até atingirem o peso ideal para o início do experimento.

#### 3.1.3 Biotério

O biotério do Leônidas Deane/ FioCruz era dotado de sistema de exaustão e fotoperiodismo (ciclo claro e escuro de 12 em 12 horas), climatizado, com temperatura constante de  $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , bancadas para o manuseio de animais e sala para realização de procedimentos cirúrgicos.

#### 3.1.4 Preparação do chá da folha de bajuru

O chá utilizado no ensaio biológico foi preparado a partir de folhas desidratadas de bajuru. Onde as folhas foram pesadas em balança semi-analítica. Em bécher, foi acrescentado água filtrada e levado a fervura, nesse momento foram adicionadas as folhas que continuaram por aquecimento durante 5 minutos. Em seguida o volume foi completado e o material foi filtrado. O mesmo procedimento foi realizado para a obtenção do chá nas concentrações de 2,5% e 5%.

### 3.2 Métodos

#### 3.2.1 Manuseio da Matéria-prima.

No LAPAL os frutos e folhas foram selecionados sendo eliminados aqueles que apresentavam algum defeito, atacados por insetos ou danos físicos.

### 3.2.1.1 higienização

Os frutos e as folhas, separadamente, foram imersos em água corrente a temperatura ambiente por aproximadamente 15 minutos. Nesse intervalo, com procedimentos manuais, faziam-se remoções de pequenas sujidades. Em seguida foram removidos da água de lavagem com auxílio de peneiras e deixados em repouso até a drenagem máxima do residual de água.

### 3.2.1.2 Despoldamento

Os frutos lavados foram transferidos para uma despoldadeira vertical, onde a polpa e casca, que daqui para frente será denominada simplesmente de polpa (Figura 4) foi separada da semente. A polpa foi acondicionada em sacos de polietileno à vácuo e armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . As sementes (Figura 5 e 6) foram descascadas manualmente utilizando-se facas, e as amêndoas obtidas foram reduzidas com auxílio de pistílo, em seguida foram acondicionadas em sacos de polietileno à vácuo e armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 4** - Apreciação da polpa do bajuru



**Figura 5** – Semente inteira

**Figura 6** – visualização de partes da semente

### 3.2.1.3 Desidratação das folhas

Após a lavagem as folhas do *C. icaco* foram dispostas em bandejas de aço inoxidável e divididas em dois grupos: folhas não tratadas com metabissulfito de sódio (FSM) e folhas pulverizadas com solução de 1.000 ppm de metabissulfito de sódio (FCM). Em seguida, ambas foram submetidas ao processo de desidratação em estufa onde o ar aquecido a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  era insuflado paralelamente sobre as mesmas até que o teor de umidade atingisse um residual entre 5-10%.

### 3.2.1.4 Extração da fração lipídica

A gordura da amêndoa da semente do *C. icaco* foi extraída com auxílio de prensa elétrica tipo expeller conforme figura 7. Para a obtenção desta fração, as sementes após serem descorticadas sofreram aquecimento controlado por 30 minutos em estufa à  $105^\circ\text{C}$ , esta etapa do processo foi necessária visto que, embora a prensa utilizada promovesse aquecimento do parafuso sem fim à  $50^\circ\text{C}$  a temperatura foi insuficiente para a extração da gordura que apresentou consistência semi-líquida branco-amarelada quando atingiu temperatura ambiente (Figura 8).



**Figura 7:** prensa elétrica tipo expeller.



**Figura 8:** Gordura da semente de bajuru em temperatura ambiente

### **3.2.2 Determinações analíticas**

Antes das determinações analíticas as amostras de polpa e amêndoas congeladas foram retiradas com antecedência para o degelo em temperatura de refrigeração e posteriormente foram homogeneizadas para a realização das análises em triplicata (n=3).

#### **3.2.2.1 pH**

O pH foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH 7 e pH 4, segundo Normas Técnicas do IAL (2008). Nas amostras homogêneas de polpa a determinação foi realizada pela introdução do eletrodo e sensor de temperatura diretamente. As sementes e folhas foram primeiramente dispersas e homogeneizadas em água deionizada na proporção de 1:1 (m/v), para que então o eletrodo do potenciômetro fosse introduzido e após a estabilização dos valores no painel, os resultados foram expressos em valores reais de pH.

#### **3.2.2.2 Determinação de acidez total**

A acidez total foi determinada nas amostras por titulação potenciométrica com solução de NaOH com molaridade fatorada. O eletrodo do potenciômetro já devidamente padronizado e o sensor de temperatura foram introduzidos nas suspensões preparada com parte de polpa, semente e folhas separadamente e parte de água deionizada. A solução de NaOH padronizada foi gotejada até pH 8,3. O teor de acidez nas frações foi calculado considerando o volume de álcali que foi vertido na suspensão e os resultados expressos em mg de NaOH/100 g de polpa, casca ou sementes do bajú (IAL, 2008).

#### **3.2.2.3 Determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST)**

Os teores de SST da fração comestível, semente e folhas foram determinados à 20°C com o auxílio de um refratômetro de bancada e os resultados expressos em % (°Brix) segundo a A.O.A.C (1990). Na determinação do SST da polpa a leitura foi realizada diretamente na amostra, enquanto que nas frações folhas e sementes, as alíquotas foram diluídas com água destiladas, aquecidas por 10 minutos em água de ebulição, filtradas e o volume ajustado. Os resultados obtidos das leituras realizadas nesse material foram ajustados para os fatores de diluições.

#### **3.2.2.4 Determinações de umidade**

O teor de umidade nas amostras foi determinado por gravimetria com auxílio de pesa-filtros previamente tarado e aquecido em estufa a 105°C e amostra até a obtenção de pesos constantes, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Essa determinação foi realizada em alíquotas *in natura* de folha, polpa e semente, e após desidratação das folhas foi realizada nova determinação de umidade. Todas as demais análises nas folhas foram realizadas em base seca. Os resultados foram expressos em g de umidade/100 g de amostra.

#### **3.2.2.5 Minerais totais (cinzas)**

As cinzas foram determinadas por gravimetria após ignição de toda matéria orgânica das amostras em mufla aquecida a 550°C. Primeiramente as amostras foram transferidas para

cadinhos de porcelana devidamente tarados à 550°C por 30 minutos. Em seguida foram carbonizadas em chapas aquecidas e posteriormente submetidas à incineração, como descrito na metodologia das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em g de cinzas . 100g<sup>-1</sup> de amostras.

### **3.2.2.6 Perfil de minerais**

A determinação do perfil de minerais foi realizada no laboratório de espectrofotometria do Instituto de Química da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro. As amostras secas, pesando cerca de 5g, foram calcinadas em mufla a 550°C, por período mínimo de 2 horas e as cinzas obtidas foram dissolvidas em HCL 2mol/L. Então foram analisadas por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado no modo semiquantitativo, utilizando o equipamento ELAN 6000 da Perkin Elmer-Sciex (AOAC, 1990). Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em mg do mineral correspondente/100g de amostra.

### **3.2.2.7 Teor de proteína total**

Os teores de nitrogênio total das amostras foram determinados de acordo com a metodologia de Kjeldahl (IAL, 2008). Para o cálculo de proteína bruta de cada fração foi utilizado o conteúdo de nitrogênio total observado nas amostras e multiplicado pelo fator 5,75 para definir o percentual de proteína bruta em cada fração conforme Resolução - RDC n.360 (BRASIL, 2003).

### **3.2.2.8 Perfil de aminoácidos**

Os perfis de aminoácidos das 03 porções foram determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) em um autoanalisador TSM da TECHNICON. Os aminoácidos foram obtidos após hidrólise de alíquotas de amostras secas com HCl 6M por 24h a 110 ± 1°C em ampolas seladas a vácuo. Os hidrolisados foram evaporados em dessecador contendo pastilhas de NaOH e posteriormente suspensos em tampão citrato pH 2,2. Então foi realizada a determinação por CLAE com detecção fluorimétrica após derivatização com 6-aminoquinolyl-N-succinimidyl carbamate, em coluna de resina de troca caatiônica e derivatização pós-coluna com ninidrina em auto-analisador de aminoácidos Beckman, modelo 7300, equipado de coluna de 200mm de comprimento, contendo resina de troca iônica de sódio, com a injeção de 25µL da amostra e operando em condições para hidrolisados protéicos (fluxo de 1mL/min, à temperatura de 25°C) (SPACKMAN *et al.*, 1958). O teor de triptofano, metionina e cisteína não foram analisados. Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em g de aminoácido/100g.

### **3.2.2.9 Determinação de glicídios redutores e não-redutores**

Os métodos utilizados para a determinação de glicídios foram baseados no poder redutor dos glicídios mais simples, onde no caso dos complexos através de hidrólise ácida prévia pode-se chegar na sua forma mais simples. Os métodos de redução empregados resumiram-se em titular a quantidade de óxido de Cu I precipitado de uma solução de íons de Cu II por um volume conhecido da solução de glicídios ou medir o volume da solução de glicídios necessário para reduzir completamente um volume conhecido da solução de cobre II. Os resultados foram calculados mediante o uso de fatores onde as determinações de glicídios redutores são calculadas em glicose e as dos não-redutores em sacarose (IAL, 2008).

### **3.2.2.10 Amido**

Amostras da fração comestível, sementes e folhas foram transferidas para erlenmeyer de 500mL, acrescidos de 60 mL de éter etílico sob agitação constante para extração das substâncias lipossolúveis, que foram removidas junto ao éter. Posteriormente, foram adicionados 100mL de álcool 70%, as amostras foram deixadas em banho-maria (83-87°C) e foram filtradas. O resíduo do filtrado, junto com o papel de filtro foram transferido para erlenmeyer de 500 mL e adicionados de 5 gotas de solução de hidróxido de sódio a 10%. Os frascos, devidamente identificados, foram autoclavados a 120°C/1 hora. Após o resfriamento, eles foram acidificados com 5mL de ácido clorídrico concentrado e novamente autoclavados por mais 30 minutos a 120°C. Finalizada a etapa de hidrólise do amido em moléculas de monossacarídeos foi iniciada a etapa de neutralização com adição de solução de hidróxido de sódio até pH 7. Em seguida as suspensões foram clarificadas de acordo com os procedimentos descritos nos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005), filtradas e recolhidas em balões volumétricos de 500mL, que tiveram seus volumes completados com água destilada. Nessas soluções foram determinadas as concentrações de monossacarídeos expressos em glicose pelo método de Fehling (IAL, 2008). Para calcular o teor de amido nas amostras, as concentrações de glicose encontradas foram multiplicadas pelo fator de conversão de monossacarídeos provenientes da hidrólise em amido, que é de 0,90 (IAL, 2008).

### **3.2.2.11 Fibra total - solúvel e insolúvel**

As frações de fibra alimentar foram determinadas segundo as recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

### **3.2.2.12 Determinação de lipídios totais**

As concentrações de lipídeos totais das frações de folhas, sementes e polpa foram determinadas pelo método de Soxhlet usando éter de petróleo como solvente (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em g de lipídios totais / 100 g de amostra.

### **3.2.2.13 Determinação do perfil de ácidos graxos**

A fração lipídica das amostras foi extraída pelo método de Bligh & Dyer (1959), a partir de alíquotas submetida à saponificação e metilação, segundo metodologia de Joseph & Ackman (1992). Os ésteres de ácidos graxos foram determinados em um cromatógrafo gasoso capilar CGC AGILENT 68650 SERIES GC SYSTEM, equipado com uma coluna capilar: DB-23 AGILENT (50% cyanopropil) - methylpolysiloxane, dimensões 60m, diametro interno: 0,25mm, 0,25 µm filme, e com as seguintes condições cromatográficas: fluxo coluna = 1,00mL/min.; velocidade linear = 24cm/seg; temperatura do detector: 280°C; temperatura do injetor: 250°C; temperatura do forno: 110°C - 5 min.; 110 - 215°C (5°C/min), 215°C - 24 min.; gás de arraste: Hélio e volume injetado: 1,0 µ L (AOCS, 2004).

### **3.2.3 Índices de qualidade da gordura presente nas sementes**

#### **3.2.3.1. Determinação de densidade relativa**

Este método determina a razão da massa da amostra em relação à da água por unidade de volume a 25°C. Para tal foi utilizado picnômetro com junta esmerilhada de 50 mL, banho-maria à temperatura de  $(25 \pm 0,1)^\circ\text{C}$  e termômetro com subdivisão de  $0,1^\circ\text{C}$ , conforme método oficial AOCS Cc 10a-25 (AOCS, 1990).

#### **3.2.3.2 Índice de refração**

Foi determinado com o auxílio de um refratômetro de Abbé. Fez-se a leitura na escala que resulta diretamente o índice de refração absoluto a  $40^\circ\text{C}$ , segundo AOCS Cc 7-25 (AOCS, 1990).

#### **3.2.3.3 Índice de acidez**

Também conhecido por determinação de ácidos graxos livre, é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessários para neutralizar os ácidos graxos livres de 1g de amostra, o grau de acidez refere-se à porcentagem de ácidos graxos livres que contém um óleo, expressos em mL de solução normal por cento ou em g do componente ácido principal, geralmente o ácido oléico. Foi utilizado o método AOCS Cd 3d-63 (AOCS, 1990).

#### **3.2.3.4 Índice de peróxido**

Este método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste. Estas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação da gordura. É aplicável a todos os óleos e gorduras normais conforme metodologia AOCS Cd 8-53 (AOCS, 1990).

#### **3.2.3.5 Índice de iodo pelo método de wijs**

É a medida da insaturação de óleos e gorduras e é definido como a quantidade de halogênio em gramas, calculado como iodo absorvido por 100 gramas de amostra. Para esta determinação foi utilizado o método AOCS Cd 1-25 (AOCS, 1990).

#### **3.2.3.6 Índice de saponificação**

É definido pela quantidade em miligramas de hidróxido de potássio necessária para saponificar um grama de óleo ou gordura, conforme metodologia AOCS Cd 3-25 (AOCS, 1990).

#### **3.2.3.7 Curva do conteúdo de gordura sólida**

Foi determinado utilizando-se a espectrometria de ressonância magnética nuclear (RMN) Bruker pc120 Minispec e banhos secos de alta pressão ( $0-70^\circ\text{C}$ ) TCON 2000 (Duratech, EUA) conforme método da oficial American Oil Chemists' Society Cd 16b-93 (2004): método direto de leitura das amostras em série nas temperaturas de 10; 20; 25; 30; 35; 40;  $45^\circ\text{C}$  com temperagem. O método se baseia nas diferenças entre os decaimentos de

energia das fases sólida e líquida de uma gordura quando exposta a um intenso pulso de rádio-frequência. A medida da intensidade de energia em vários pontos do decaimento permite a determinação da quantidade de prótons presentes nas fases sólida e líquida. A partir dos valores obtidos para o teor de sólidos nas diversas temperaturas foi construída curva do teor de sólidos versus temperatura (AOCS, 2004).

### **3.2.4 Ensaio microbiológico das folhas de bajuru**

As folhas de bajuru coletadas foram avaliadas quanto à qualidade microbiológica quando submetidas a três tipos de tratamento denominados de: folha desidratada com aplicação de metabissulfito (FCM), folha desidratada sem metabissulfito (FSM) e folha *in natura* (FIN). As folhas chamadas de *in natura* foram apenas lavadas em água clorada e acondicionadas em sacos de plásticos com alta proteção contra o oxigênio atmosférico e armazenadas em temperatura de refrigeração até o momento das análises, procedimento este que é realizado pelos usuários desta espécie. Nos demais tratamentos, após a lavagem com água clorada as folhas foram submetidas ou não a aplicação de metabissulfito 1.000 ppm e desidratadas, para então, serem acondicionadas em sacos de plásticos com alta proteção contra o oxigênio atmosférico em temperatura de refrigeração até o momento das análises.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Plínio Leite e foram pesquisadas a presença de bolores e leveduras, a identificação de bactérias heterotróficas; coliformes fecais como método presuntivo e *Escherichia coli* como método confirmativo. Todos os procedimentos de manipulação foram realizados dentro de capela de fluxo laminar obedecendo aos procedimentos de assepsia para evitar contaminações cruzas.

#### **3.2.4.1 Bolores e leveduras**

A pesquisa de bolores e leveduras foi realizada em duplicata com base no método descrito no *Quality control methods for medicinal plant materials* (WHO, 2000). Amostras de 10g de de FCM, FSM e FIN foram pesadas e homogeneizadas com 90 mL de água Peptonada cada a 1% para o preparo de diluições até  $10^{-3}$ . Alíquotas de 1mL de cada diluição foram pipetadas em placas de Pétri estéreis. O meio de cultura utilizado foi o Ágar Sabouraud Dextrose que foi vertido nas placas de Pétri estéreis e homogeneizado em movimentos suaves e solidificadas em temperatura ambiente. Em seguida as placas foram incubadas em posição vertical por 5 dias. Os resultados foram expressos em UFC.g<sup>-1</sup> de folha de bajuru.

#### **3.2.4.2 Identificação de heterotróficos**

A identificação de heterotróficos foi realizada em duplicata com base no método descrito no *Quality control methods for medicinal plant materials* (WHO, 2000). Amostras de 10g de de FCM, FSM e FIN foram pesadas e homogeneizadas com 90 mL de água Peptonada cada a 1% para o preparo de diluições até  $10^{-3}$ . Alíquotas de 0,1mL de cada diluição foram transferidas para placas de Pétri contendo o meio de cultura PCA (Agar Padrão para Contagem) e foram incubadas a 32°C por 48h. Em seguida foi realizada a contagem nas placas. Os resultados foram expressos em UFC.g<sup>-1</sup> de folha de bajuru.

#### **3.2.4.3 Coliformes fecais**

A identificação de coliformes fecais foi realizada conforme procedimento descrito pela Farmacopéia Brasileira (1988) em quintuplicata.

## **I- Teste Presuntivo**

Amostras contendo 10g de folha de *Chrysobanalus icaco* foram alocadas em tubos de Durham onde foram adicionados e homogeneizadas em 90 mL de Água Peptonada a 1% por 2 minutos, obtendo assim uma diluição  $10^{-1}$ . Em seguida foi retirado com o auxílio de uma pipeta 1 mL do mesmo e transferido a um tubo de ensaio com 9 mL de caldo lauril triptose, obtendo uma diluição de  $10^{-2}$  e da mesma forma até a diluição a  $10^{-3}$ . Após, as amostras foram incubadas a  $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  durante 24-48 horas. Com o teste presuntivo ocorre uma seleção inicial de organismos que fermentam ao caldo lauril triptose, formando assim gás no tubo de Durham. A formação deste gás é prova presuntiva para a presença de bactérias do grupo coliforme.

## **II- Teste Confirmativo**

Alíquotas de 1mL dos tubos positivos (com formação de gás) do caldo lauril triptose foram transferidos para tubos de ensaio contendo C.L.V.B.B. (Caldo Lactosado Verde Brilhante Bile) e incubados durante  $48\pm 3$  horas. A produção de gás nestes tubos é prova confirmativa positiva. O teste confirmativo é realizado pois inibi a formação de bactérias que não pertencem ao grupo coliforme.

## **III Teste para identificação da presença de *Escherichia Coli*, sp**

Para a realização desse teste 1mL de solução obtidas dos tubos com formação de gás do caldo C.L.V.B.B. (Caldo Lactosado Verde Brilhante Bile) foram transferidos para tubos de ensaio contendo caldo E.C. (*Escherichia coli*) onde foram incubados por  $24\pm 2$  horas à  $44,5\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . A produção de gás nesse meio indica resultado positivo.

### **3.2.5 Ensaio Biológico**

O ensaio experimental foi realizado no biotério do pavilhão Leônidas Deane da FioCruz, sendo submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Utilização de Animais da FioCruz (Protocolo CEUA 054/05). Inicialmente 72 camundongos machos adultos foram mantidas em gaiolas coletivas, forradas com cama de maravalha, contendo cada gaiola 6 animais que receberam *ad libitum* ração comercial própria para camundongos adultos e água até atingirem o peso entre 26-30g para submetê-los ao processo de indução do diabetes.

#### **I. Indução do Diabetes mellitus**

Quando os animais chegaram ao peso ideal, parte dele 47 animais foram deixados em jejum por 16-18 horas com livre acesso a água e tiveram a glicemia avaliada através do aparelho ACCU-CHEK da Roche<sup>®</sup>. Em seguida esses animais sofreram indução do Diabetes mellitus com auxílio de solução salina 0,9% de aloxana na veia caudal utilizando 75mg de Aloxana/kg de peso corporal, de acordo com Ptak *et al.* (1975).

#### **II. Seleção do grupo diabético**

Após período de sete dias com alimentação e água *ad libitum* a glicemia de jejum e o peso dos animais foram novamente avaliadas e aqueles que apresentaram glicemia igual ou superior 170mg/dl foram considerados diabéticos (MITRUKA & RAWNSLEY, 1977). Para cada animal diabético introduziu-se um animal sadio, formando 6 grupos com número inicial

de 6-10 animais cada.

## II. Ensaio experimental

Após a seleção dos animais diabéticos, os não diabéticos foram pesados e avaliados quanto a glicemia, empregando-se o aparelho Advantage ACCU-CHEK da Roche®. Estes camundongos integraram os grupos formados pelos não-diabéticos ou normais. Os animais foram separados em grupos e alojados em gaiolas equipadas com comedouros e bebedouros, onde receberam ração comercial. Os grupos 1 e 2 receberam água *ad libitum* enquanto os grupos 3, 4, 5 e 6 receberam o chá de bajuru *ad libitum* em duas concentrações diferentes.

Grupo 1- camundongos normais não tratados – grupo controle

Grupo 2 - camundongos diabéticos não tratados - grupo controle diabético

Grupo 3 - camundongos normais tratados com chá de abajeru 2,5% - normais 2,5%

Grupo 4- camundongos diabéticos tratados com chá de abajeru 2,5% diabéticos 2,5%

Grupo 5- camundongos normais tratados com chá de abajeru 5% - normais 5%

Grupo 6 camundongos diabéticos tratados com chá de abajeru 5% - diabéticos 5%

## III. Coleta de dados

A cada dois dias foi verificado o consumo de água e/ou chá nas duas concentrações. A cada sete dias foi observado o peso dos animais com auxílio de balança semi-analítica com 03 casas decimais e alíquotas de sangue foram retiradas por punção cardíaca para verificação do nível sérico de glicose. No último dia do estudo os animais foram sacrificados e em seguida foi verificada o peso e o tamanho dos principais órgãos: coração, rins e fígado, além de ser avaliado o estado geral dos animais.

### 3.2.6 Análise estatística

Os dados sobre a composição dos frutos, folhas sementes foram submetidos a análise descritiva, já os dados obtidos para a morfologia dos frutos foram submetidos a análises estatísticas descritivas e ao teste de normalidade Shapiro-wilk através do programa estatístico Bioestat 4.0.

Para o ensaio biológico foi utilizado o programa estatístico SPSS (versão 8). Visto ao comportamento glicêmico bem divergente em cada animal provocado pelo método de indução os valores de glicemia, peso dos órgãos foram expressos em mediana e percentil 25%, e para análise estatística foi utilizado o teste não paramétrico Mann-Whitney. Como o peso variou de forma similar seus valores foram expressos em médias e desvios padrões, e o teste estatístico utilizado foi o teste paramétrico T-test.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil, em função das condições edafoclimáticas, possui uma imensa diversidade de frutas nativas e exóticas, algumas bem conhecidas como a manga, cupuaçu e o açaí além de outras pouco conhecidas como as frutas regionais (BRASIL, 2002). Seus frutos, por causa do sabor agradável e nutritivo e por serem muito apreciados pela população nas regiões produtoras e arredores, ganhou novos consumidores em todo o Brasil e na atualidade são comercializados em muitas cidades, principalmente aqueles que apresentam propriedades nutracêuticas (ALVES *et al*, 2000). Essa valorização encorajou as populações das regiões onde essas espécies crescem espontaneamente, a aumentar a produção, a utilização e a comercialização desses frutos, hoje considerados o orgulho da auto-suficiência e sustentabilidade, colaborando para a melhoria da economia local e da qualidade de vida (BRASIL, 2002).

A fruticultura nacional apresenta grande potencial de expansão, não só pelo aumento na produção de frutas tradicionalmente cultivadas, como daquelas consideradas exóticas, visto ao crescente interesse por transformá-las em culturas racionais, como por exemplo, mirtilo (*Vaccinium myrtillus*, L.), lichia (*Litchi chinenses*, L.), carambola (*Averrhoa carambola*, L.), mangostão (*Garcinia mangostana*, L.), romã (*Punia granatum*, L.), entre outras comuns nas regiões amazônica, cerrado e restinga (DONADIO, 1998; SILVA *et al.*, 2006).

No conjunto das frutas regionais consideradas exóticas encontra-se o bajuru ou abajeru, fruto típico de nossa flora, comum na região Norte e nas vegetações de restinga do Sudeste do país. Este trabalho busca divulgar informações sobre o caráter nutricional do fruto, semente e folha do *Crhysobalanus icaco*, Linn e assim despertar o interesse para o resgate do cultivo, extração racional, transformação para consumo próprio e geração de renda. Além, de contribuir com estudos das propriedades hipoglicemiantes das folhas auxiliando no controle da diabetes mellitus.

### 4.1 Morfologia dos frutos e sementes

No anexo 4 verifica-se que os frutos apresentaram média de peso de  $9,40 \pm 1,35$ , mediana de  $8,95 \pm 1,3g$  e coeficiente de variação (CV) de 15,01%, onde a maior parte do peso dos frutos concentraram-se entre 8,36g e 10,16g com valores extremos de 7,54 e 12,67g.

As sementes inteiras revelaram peso médio de  $3,04 \pm 0,5$  e CV de 19,44%, onde a maior parte dos frutos se encontravam entre 2,90 e 3,27g apresentando um valor extremo abaixo de 2,4g (Anexo 5), resultando em rendimento de polpa igual a 70,78%. Já quando foram descorticadas suas amêndoas apresentaram média de peso de  $1,56 \pm 0,12g$ , onde a maioria das amostras tinha seu peso variando entre 1,48-1,60g apresentando valores fora da distribuição normal (Anexo 6).

**Tabela 2** – Teste de normalidade Shapiro-wilk para a morfometria dos frutos e sementes de bajuru.

<b>Resultados</b> <b>N. =40</b>	<b>Peso</b> <b>frutos</b> <b>(g)</b>	<b>Peso</b> <b>sementes</b> <b>(g)</b>	<b>Peso</b> <b>amêndoas</b> <b>(g)</b>	<b>Comprimento</b> <b>sementes</b> <b>(cm)</b>	<b>Diâmetro</b> <b>sementes</b> <b>(cm)</b>
Média	9,4003	3,0485	1,5583	2,035	2,657
Desvio padrão	1,3545	0,2793	0,1269	0,2607	0,249
W	0,9004	0,9442	0,9824	0,9605	0,8489
P	0,0098	0,0735	0,8199	0,3	0,0092

\*Distribuição normal para  $p > 0,05$

Quanto ao comprimento e diâmetro das sementes observa-se que ambos foram similares com média de  $2,03 \pm 0,26$  cm e CV de 12,81% para o comprimento e  $2,25 \pm 0,24$  cm e CV de 16,82% para o diâmetro. (Anexos 7 e 8). Quanto ao fruto seu comprimento e diâmetro foram parecidos, porém com diâmetro sempre maior do que o comprimento, o que lhe conferia aspecto arredondado. De acordo com a tabela 2 conclui-se que o peso das sementes, seu comprimento e o peso das amêndoas apresentavam distribuição normal enquanto que o peso dos frutos e o diâmetro das sementes apresentaram distribuição não normal relevando que os frutos utilizados não foram homogêneos.

## **4.2 Composição centesimal**

Os resultados referentes as características físico-químicas e à composição centesimal das folhas, polpa e semente do bajuru estão disponíveis na tabela 3 e 4.

### **I. pH**

O conhecimento das características químicas é de alta relevância, principalmente em frutos, pois são utilizados como índice de aceitabilidade no mercado nacional e dentre essas características inclui-se o pH, acidez titulável e o °Brix (CHAVES, 1993).

A medida de pH é importante por exercer influência na palatabilidade do alimento, no desenvolvimento de microorganismos, na atividade enzimática, na retenção do sabor-odor de produtos de frutas, na verificação do estado de maturação de vegetais, no emprego da temperatura em tratamentos térmicos, no uso de conservantes químicos, no controle de processos de lavagem, na escolha da embalagem na qual será acondicionado o produto, entre outros (CHAVES, 1993; CECCHI, 2003).

Os valores de pH encontrados para a polpa, semente e folha foram  $5,64 \pm 0,00$ ;  $6,25 \pm 0,01$  e  $5,18 \pm 0,00$  respectivamente (Tabela 3). O pH observado para polpa de bajuru se aproxima ao descrito para frutas como a melancia (5,2-5,6) e melão (6,3-6,7). Dessa forma pode-se concluir que ambas as frações são consideradas de baixa acidez, pois apresentam pH superior a 4,5. (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

### **II. Acidez**

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a acidez titulável é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de produtos alimentícios. A acidez tende a aumentar com o decorrer do crescimento da fruta até o seu completo desenvolvimento fisiológico, quando começa a decrescer à medida que ela vai amadurecendo. Produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração. No entanto, processos como hidrólise,

oxidação e fermentação podem alterar a concentração hidrogeniônica e, por conseguinte, a acidez dos alimentos.

As análises para a determinação de acidez titulável expressa em gNaOH mostram que as frações analisadas de folha, polpa e semente contêm  $0,48 \pm 0,02$ ;  $0,56 \pm 0,01$  e  $0,05 \pm 0,00$  g NaOH respectivamente (Tabela 3).

### III. Sólidos solúveis (°Brix)

Os sólidos solúveis totais (SST) são todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, o qual, no caso dos alimentos, é a água (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Nas frutas, esses sólidos são constituídos por açúcares, vitaminas hidrossolúveis, pigmentos, alguns sais, fibras solúveis, proteínas, ácidos orgânicos, entre outros (GOUVEIA, *et al*, 2004). No entanto os açúcares são os principais constituintes, correspondendo de 80-90% dos SST (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Gomes *et al.* (2002) relatam que os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor atrativas como derivado das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente polissacarídeos estruturais. Os principais açúcares em frutos são: glicose, frutose e sacarose em proporções variadas, de acordo com a espécie, sendo que esses teores aumentam com a maturação dos frutos.

Dentre os diversos componentes da fruta, os sólidos solúveis totais (°Brix) desempenham papel primordial para a sua qualidade, devido à influência nas propriedades termofísicas, químicas e biológicas da fruta. Na indústria, a análise do °Brix tem grande importância, no controle dos ingredientes a serem adicionados ao produto e na qualidade final. A determinação do °Brix é utilizada nas indústrias de doces, sucos, néctar, polpas, leite condensado, álcool, açúcar, sorvetes, licores e bebidas em geral. (COSTA *et al*, 2004).

A determinação de SST revelou que a polpa do bajuru apresentou valor médio de 8°Brix, similar ao encontrado para a acerola (7-8°Brix), fruto também nativo das regiões de restinga (ALVES, 1996). As frações de folha e semente mostraram SST iguais a 1,54°Brix e 0,6°Brix respectivamente (Tabela 3), esses valores que já eram esperados, já que nas folhas e sementes predominam maiores concentrações de sólidos insolúveis.

**Tabela 3** – Valores médios de pH, acidez e sólidos solúveis para as frações analisadas do Bajuru.

Determinações	Folhas desidratadas	Polpa <i>In natura</i>	Semente Descortçadas
pH	$5,18 \pm 0,00$	$5,64 \pm 0,00$	$6,25 \pm 0,01$
Acidez	$0,48 \pm 0,02$ g NaOH	$0,55 \pm 0,01$ g NaOH	$0,05 \pm 0,00$ g NaOH
Sólidos solúveis	1,53°Brix	8°Brix	0,6°Brix

### IV Umidade

O teor de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. A umidade está relacionada com a sua estabilidade, qualidade do produto podendo ser afetada pela estocagem, embalagem e processamento (CECCHI, 2003). A umidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada como umidade de superfície, água livre do alimento ou presente na superfície do alimento que pode ser facilmente evaporada e umidade adsorvida, aquela encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com o mesmo (IAL, 2005).

Os métodos para determinação da umidade em alimentos são classificados em diretos e indiretos. Nos métodos diretos a água é retirada do produto, geralmente por processo de aquecimento, e o teor de umidade é calculado pela diferença de peso das amostras no início e ao final do processo. Essa diferença corresponde à quantidade de água retirada. Devido à sua maior confiabilidade os métodos diretos são empregados como padrão para a aferição de outros procedimentos (VALENTINI *et al.*, 1998). No Brasil, o método oficial para determinação de umidade é o método estufa a 105°C ±3° C durante 24 horas, estabelecido pelo Ministério da Agricultura que foi aplicado neste trabalho (BRASIL, 1992).

**Tabela 4.** Composição Centesimal das folhas, polpa e sementes do bajuru, em g.100g<sup>-1</sup>.

Determinações	g.100g <sup>-1</sup>		
	Folhas desidratadas	Polpa <i>in natura</i>	Sementes descorticadas
Umidade	10,46±0,27	84,40±0,15	22,46±0,03
Cinzas	4,61±0,13	0,64±0,03	1,19±0,06
Proteína	10,53±0,14	0,68±0,01	5,93±0,02
Carboidratos totais	73,35±0,09	13,43±0,07	24,92±0,05
Lípideos Totais	1,05±0,04	0,85±0,07	45,50±0,10
Valor calórico	344,97Kcal	64,09Kcal	532,90Kcal

\* Os carboidratos totais foram calculados por diferença.

A princípio foi realizada a determinação da umidade (g.100g<sup>-1</sup>) em base úmida das folhas do bajuru (61,61±0,15). Em seguida, as mesmas foram desidratadas com auxílio de estufa onde o ar era insuflado sobre as folhas *in natura* à 60°C, quando parcialmente desidratadas foi realizado novamente essa determinação, sendo obtido um produto com teor de umidade de aproximadamente 1/6 da umidade inicial dessas folhas (10,46±0,27). Apesar dessa redução que possibilita a estocagem por períodos maiores, ainda é passível o desenvolvimento de alguns bolores (SILVA, 2000). Ainda assim, está dentro do limite estabelecido pela Farmacopéia Brasileira (2000) para a comercialização de plantas medicinais, pois encontra-se dentro da faixa proposta, de 8-14%.

A literatura disponível pouco revela sobre os teores de nutrientes da composição centesimal do bajuru e àqueles que foram encontrados no que se refere a polpa estão dispostas na tabela 5.

**Tabela 5.** Comparação das características bromatológicas da polpa do Bajuru (*C. icaco*, L) em g. 100g<sup>-1</sup>.

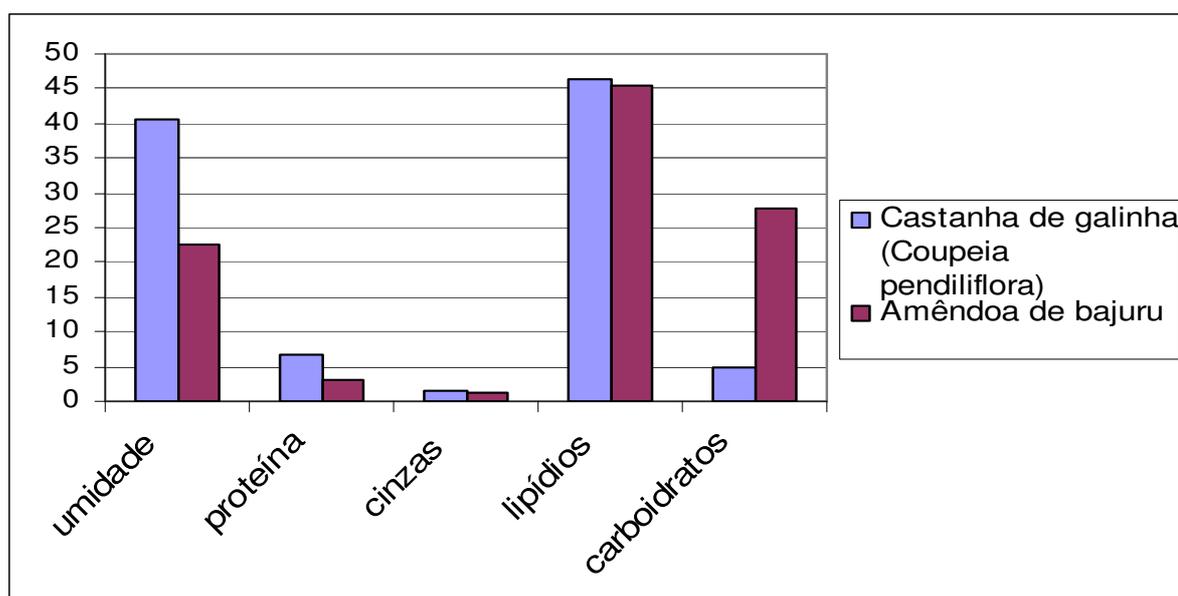
Determinações	Observado (média ± dp)	Franco (2001)	Duke segundo Vargas (2000)
Umidade	84,40±0,15	—	86,3
Cinzas	0,64±0,03	—	0,8
Proteína	0,68±0,01	0,30	0,4
Carboidratos totais*	9,34±0,01	13,90	12,40
Fibras	2,63±0,08	—	1,0
Lípideos Totais	0,85±0,07	0,1	0,1
Valor calórico	64,18Kcal	54,5 Kcal	47Kcal

\* Os carboidratos totais foram calculados por diferença.

Em frutas *in natura* o teor médio de umidade encontra-se entre 65%-95% (CECCHI, 2003). A polpa de bajuru apresentou umidade dentro desta faixa (84,40 ± 0,15 g. 100g<sup>-1</sup>), valor próximo ao observado por Vargas (2000), que foi de 86%. É importante ressaltar que os dados apresentados sobre a composição bromatológica para a polpa de bajuru descrito por Vargas (2000) referem-se a frutos provenientes do México e por tal, diferenças são comuns de serem observadas, visto que as características de temperatura, composição do solo entre outras interferem na composição nutricional dos frutos.

Até o momento não há relatos sobre as características nutricionais das sementes dessa espécie que de acordo com os resultados as amêndoas das sementes contêm 22,46 ± 0,03g. 100g<sup>-1</sup> de umidade. Aguiar (1996) analisou a castanha de galinha (*Coupeia longipendula* Pilger), uma espécie típica da região amazônica e da mesma família do bajuru (*Chrysobalanaceae*), e observou um teor de umidade de 1,8 vezes superior ao encontrado neste estudo como pode ser observado no gráfico 1.

**Gráfico 1** - Comparação das características nutricionais entre a amêndoa de bajuru e a castanha de galinha.



## V. Minerais totais e perfil de minerais

As cinzas em alimentos referem-se ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem sobra de carvão. A composição das cinzas depende da natureza do alimento e do método de determinação utilizado (CECCHI, 2003) e corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos, devido às perdas por volatilização ou mesmo pela reação entre os componentes e são consideradas como medida geral de qualidade e freqüentemente utilizadas como critério na identificação dos alimentos (CHAVEZ *et al*, 2004).

Os teores de minerais totais em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  encontrados nas folhas desidratadas do bajuru foram iguais a  $4,61\pm 0,13$  (Tabela 4), valor similar ao observado para as espécies do gênero *Baccharis* (carqueja): *B. articulata* ( $5,67\pm 0,11$ ); *B. cylindrica* ( $4,00 \pm 0,21$ ); *B. dracunculifolia* ( $4,56 \pm 0,07$ ) e *B. gaudichaudiana* ( $3,45 \pm 0,22$ ) segundo Budel *et al* (2004). Porém abaixo ao encontrado para outras espécies de plantas medicinais como a aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) igual a 8,1%, artemísia (*Artemisia vulgaris* L.) igual a 10,4%, cainca (*Chiococca brachiata* Ruiz & Pav.) 10,3%, cambará (*Lantana camara* L.) 9,2% e poejo (*Mentha pulegium* L.) 10,6% (LOPES *et al*, 2002). É importante salientar que as características do solo estão diretamente relacionadas à quantidade e ao perfil de minerais encontrados tanto nas folhas como em frutos ou sementes, isto se deve a extração de nutrientes do solo (ANDERSEN & ANDERSEN, 1988). Embora a floresta de restinga esteja estabelecida em solos pobres em nutrientes, sua vegetação está bem adaptada aos ambientes oligotróficos demonstrando elevada eficiência na utilização dos nutrientes minerais (MORAES *et al*. 1999).

Segundo Cecchi (2003) o conteúdo médio de cinzas observado para frutas frescas está entre 0,4%-2,1%. Neste estudo foi constatado que a polpa de bajuru continha  $0,64\pm 0,03$  g/100g, estando dentro da média para classificação de frutas frescas, porém um pouco a baixo do observado por Vargas (2000) para a mesma espécie (0,8%).

No que se refere ao teor de cinzas da amêndoa da semente de bajuru ( $1,19\pm 0,06\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), pode-se observar que esta apresenta conteúdo médio de minerais, similar ao verificado para macadâmia (1,14%), noz-pecã (1,49%) de acordo com USDA (2007), e castanha de galinha (1,55%) espécie da mesma família (*Chrysobalanaceae*) do bajuru (AGUIAR, 1996).

Os minerais são constituídos de elementos amplamente distribuídos na natureza e que exercem papel dos mais importantes em diversas funções e setores do organismo humano (ANDRADE *et al.*, 2003). São encontrados nos alimentos sob diversas formas e teores em associação ou mistura com outros nutrientes (FRANCO, 2001).

Os minerais, em função das necessidades nutricionais para a dieta, são tradicionalmente divididos em macrominerais, quando são necessários em quantidade maior ou igual a 100mg/dia; microminerais, a necessidade está abaixo 100mg/dia, tipicamente menos de 15mg/d; e os elementos ultra-traços são aqueles cujas necessidades dietéticas estimadas geralmente em medidas de microgramas ( $\mu\text{g}$ ) a cada dia, porém são essenciais para o ótimo crescimento, saúde e desenvolvimento e elementos ultra- traços (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

A tabela 6 figura o perfil de minerais das frações analisadas, nela é possível verificar a presença em concentrações relevantes de alguns minerais podendo até ultrapassar as exigências da recomendação diária segundo do IOM (Institute of Medicine).

**Tabela 6** - Comparação do perfil de macro e microminerais das frações comestível, semente e folha do bajuru em 100g com as recomendações propostas pelo IOM (DRI) 1997, 2000 e 2001.

<b>Minerais</b>	<b>Folha desidratada</b>	<b>Polpa <i>In natura</i></b>	<b>Semente deascorticada</b>	<b>IDR</b>
<b>Macrominerais</b>				
<b>(g ou mg)</b>				
Potássio – g (K)	0,80	1,62	0,34	4,7g <sup>H/M</sup> 1
Cálcio – mg (Ca)	927,80	289,30	93,40	1000mg <sup>H/M</sup>
Sódio – g (Na)	0,26	0,87	0,03	1,5g <sup>H/M</sup> 1
Magnésio - mg (Mg)	235,60	181,50	173,20	420mg <sup>H</sup> e 320mg <sup>M</sup>
<b>Microminerais</b>				
<b>(mg)</b>				
Ferro (Fe)	9,10	12,60	2,90	8 <sup>H</sup> e 18 <sup>M</sup>
Manganês (Mn)	2,80	2,10	0,80	2,3 <sup>H</sup> e 1,8 <sup>M</sup>
Zinco (Zn)	0,60	0,80	0,81	11 <sup>H</sup> e 8 <sup>M</sup>
Boro (Bo)	3,40	1,70	1,10	20 <sup>H/M</sup> 2
Vanádio (V)	0,01	0,01	<0,001	1,8 <sup>H/M</sup> 2
Níquel (Ni)	0,12	0,37	0,09	1,0 <sup>H/M</sup> 2
<b>Ultra-traço</b>				
<b>(µg)</b>				
Cromo (Cr)	50,00	890,00	37,00	35 <sup>H</sup> e 25 <sup>M</sup>
Molibdênio (Mo)	0,01	0,01	2,00	45 <sup>H/M</sup>
Selênio (Se)	60,00	59,00	20,00	55 <sup>H</sup> e 45 <sup>M</sup>
Cobre (Cu)	270,0	1870,0	670,00	900 <sup>H/M</sup>
Iodo (I)	----	---	100,00	150 <sup>H/M</sup>
<b>Outros</b>				
<b>(mg)</b>				
Alumínio (Al)	2,00	0,72	0,02	ND
Rubídio (Rb)	0,54	1,78	0,52	ND
Arsênio (As)	0,02	0,01	0,002	ND
Lítio (Li)	0,04	0,08	0,04	ND
Escândio (Sc)	<0,02	<0,02	<0,06	ND
Bário (Ba)	0,12	0,22	0,004	ND
Cério (Ce)	0,01	0,01	-----	ND
Titânio (Ti)	0,45	0,67	0,34	ND
Estrôncio (Sr)	0,21	0,95	0,22	ND
Zircônio (Z)	0,004	0,002	0,002	ND
Mercúrio (Hg)	<0,01	<0,001	<0,01	ND
Chumbo (Pb)	0,019	0,015	0,002	ND

<sup>1</sup> USDA, 2004

<sup>H</sup> - homens / <sup>M</sup> - mulheres com idade entre 19-50anos.

<sup>2</sup> Níveis máximos toleráveis de ingestão.

\* ND: Não Determinado

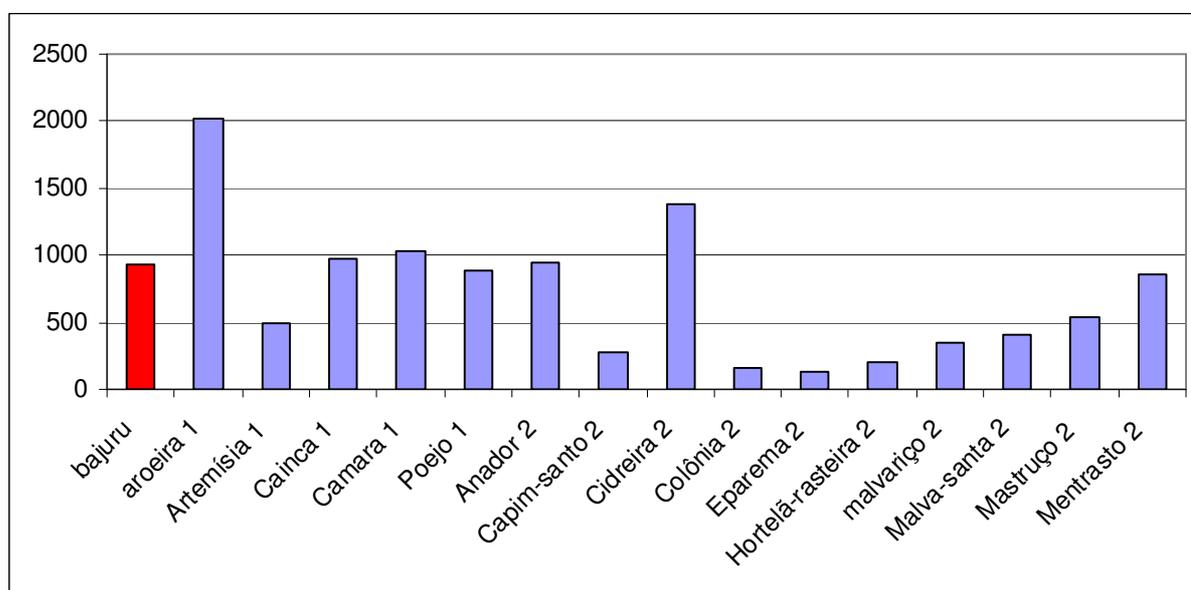
\*\*As sementes, polpa e folhas contêm quantidades < 0.0001 dos seguintes minerais: Berílio, Itérbio, prata, érbio, rutênio, disprósio, hómio, lutécio, európio, gadolínio, samário, háfnio, tântalo, tungstênio, rênio, ósmio, irídio, platina, índio, ouro, tálio, túlio, tório e urânio.

(continuação)

\*\*As sementes, polpa e folhas contêm quantidades < 0.001 dos seguintes minerais: bismuto, térbio, neodímio, antimônio, cádmio, paládio, nióbio, ítrio, praseodímio, germânio, gálio, célio, cobalto, lantânio, estanho

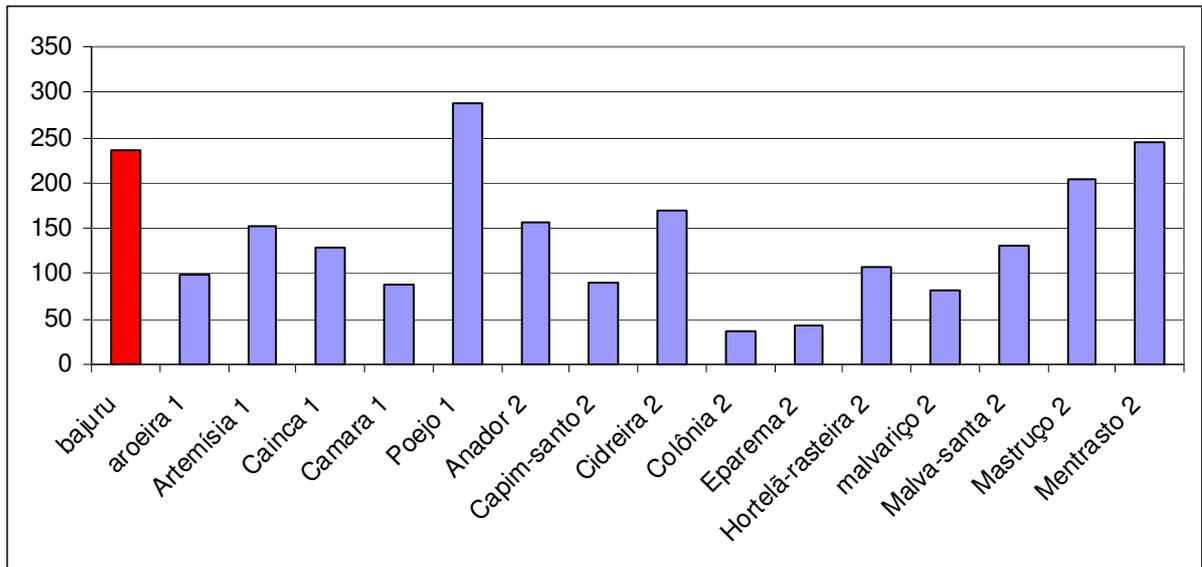
Os folhosos são conhecidos por serem fontes ricas em minerais como ferro e cálcio. No caso da folha de bajuru o cálcio foi aquele ( $\text{g. } 100\text{g}^{-1}$ ) observado em maior concentração (927,80) seguida pelo magnésio (235,60) e ferro (9,1). As folhas também podem ser consideradas ricas em microminerais ( $\mu\text{g. } 100\text{g}^{-1}$ ) como o cobre (270), o selênio (60) e o cromo (50). Assim, 100g desta fração desidratada alcançou as recomendações determinadas pelo IOM (1999, 2000 e 2001) nas seguintes concentrações de Ca ( $92,78\%^{\text{H/M}}$ ), Mg ( $56,09\%^{\text{H}}$  e  $73,62\%^{\text{M}}$ ), Fe ( $113,70\%^{\text{H}}$  e  $50,55\%^{\text{M}}$ ), Mn ( $121,74\%^{\text{H}}$  e  $155\%^{\text{M}}$ ), Cr ( $114,28\%^{\text{H}}$  e  $160\%^{\text{M}}$ ), Se ( $109,10\%^{\text{H}}$  e  $133,33\%^{\text{M}}$ ) e Cu ( $30\%^{\text{H/M}}$ ).

São poucos os trabalhos que relatam o conteúdo de minerais em plantas utilizadas no tratamento ou prevenção de certas doenças, entre eles destaca-se o de Almeida *et al* (2002) e o de Lopes *et al* (2002) que em conjunto avaliaram o conteúdo de macrominerais de 15 espécies. Em comparação com as espécies medicinais pesquisadas pelos autores, a folha de bajuru apresenta teor de cálcio superior ao observado em 10 amostras entre elas o capim-santo, a hortelã-rasteira, a artemísia e o poejo (Gráfico 2). O teor de magnésio foi inferior apenas ao encontrado no poejo e mentrasto (Gráfico 3), em relação ao ferro o bajuru apresentou concentração superior a todas as amostras (Gráfico 4). O manganês só foi inferior ao descrito para o poejo e aroeira (Gráfico 5), quanto ao zinco (Gráfico 6) foi encontrado em menores quantidades apenas em relação à aroeira, cainca, poejo e mastruço (ALMEIDA *et al.* 2002; LOPES *et al.*, 2002).



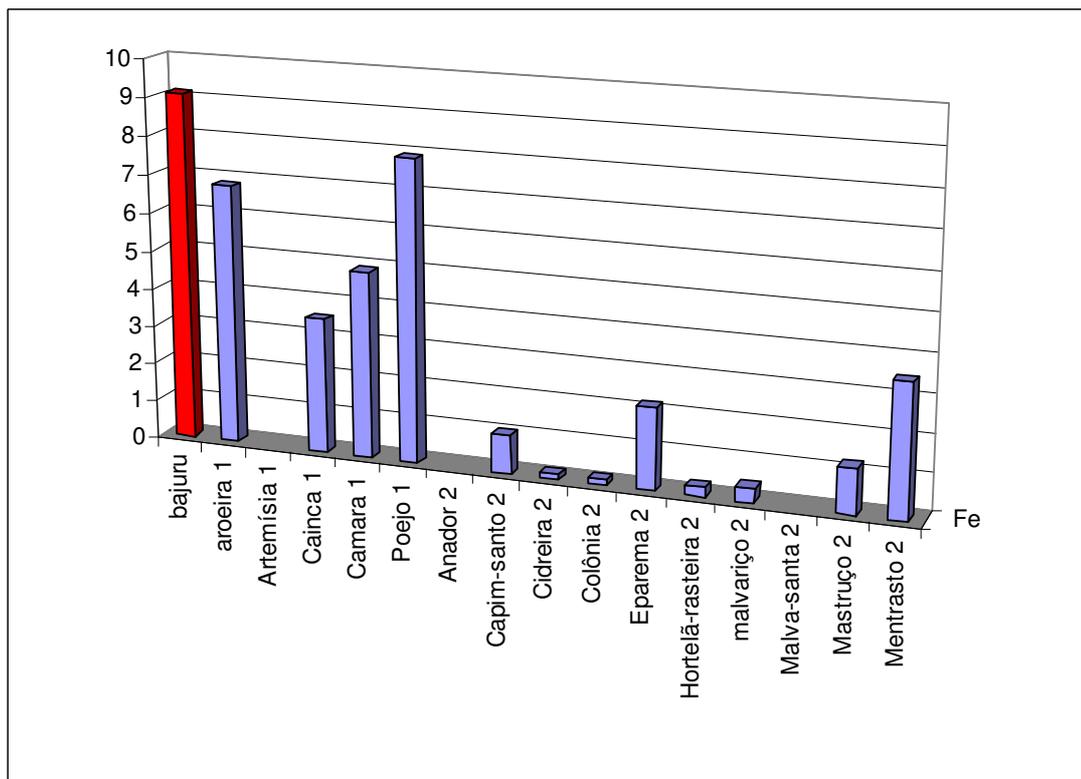
**Gráfico 2** - Comparação do conteúdo de cálcio em  $\text{mg.}100\text{g}^{-1}$  entre o bajuru e algumas plantas medicinais.

Fontes:1- Lopes *et al* (2002) ; 2 -Almeida *et al* (2002).



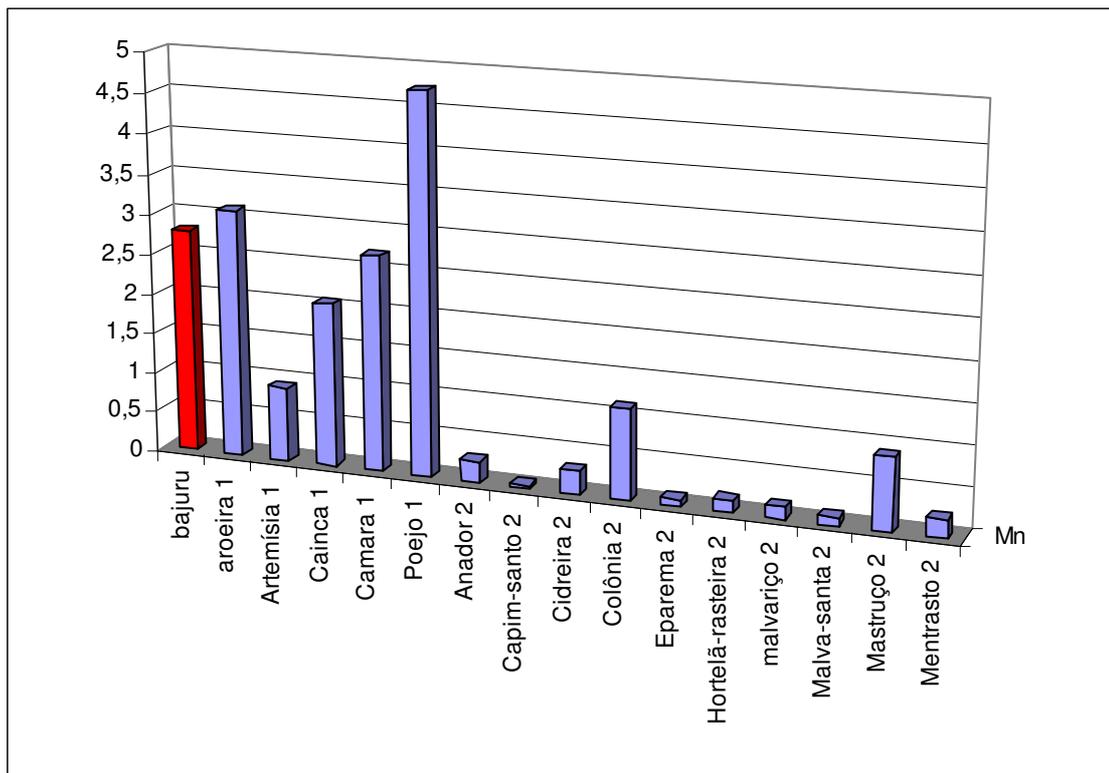
**Gráfico 3** - Comparação do conteúdo de magnésio em mg.100g<sup>-1</sup> entre o bajuru e algumas plantas medicinais.

Fontes:1- Lopes *et al*( 2002) ; 2 -Almeida *et al* (2002).



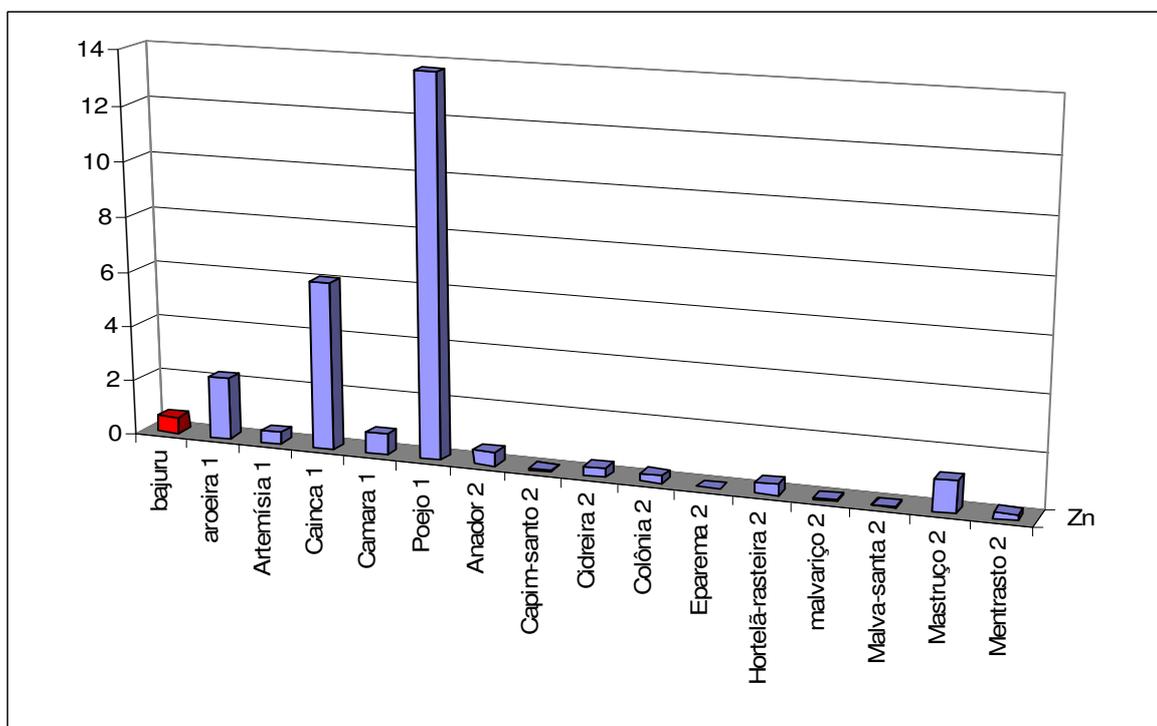
**Gráfico 4** - Comparação do conteúdo de ferro em g.100g<sup>-1</sup> entre o bajuru e algumas plantas medicinais.

Fontes:1- Lopes *et al*( 2002); 2 -Almeida *et al* (2002).



**Gráfico 5** - Comparação do conteúdo de manganês em g.100g<sup>-1</sup> entre o bajuru e algumas plantas medicinais.

Fontes:1- Lopes *et al*( 2002); 2 -Almeida *et al* (2002).



**Gráfico 6** - Comparação do conteúdo de zinco em g.100g<sup>-1</sup> entre o bajuru e algumas plantas medicinais.

Fontes:1- Lopes *et al*( 2002); 2 -Almeida *et al* (2002).

A polpa do bajuru se destacou pelo alto teor encontrado ( $\text{mg. } 100\text{g}^{-1}$ ) de alguns macrominerais e microminerais como o cálcio (289,3mg) que poderá atender, desde que esteja completamente biodisponível a 28,93% das recomendações para ambos os sexos; ferro (12,6mg) atingindo a 70,00% das recomendações para mulheres e 157,50% para homens e o manganês (2,1mg) que atende a 91,30% das necessidades para homens e 116,66% para as mulheres. Em relação aos elementos ultra-traços ( $\mu\text{g. } 100\text{g}^{-1}$ ) os teores de selênio (59,00), cromo (890,00) e cobre (1870,00) estão presentes em maiores quantidades e ultrapassam as necessidades diárias tanto para homens quanto para mulheres. No entanto, não foi determinado, até o momento, o nível de ingestão diária máxima tolerável para o cromo, já em relação ao selênio a concentração está abaixo do tolerável ( $400 \mu\text{g.d}^{-1}$ ), do mesmo modo ocorre para o cobre que embora esteja 2,07 vezes acima das necessidades diárias, não alcança o nível máximo tolerado de ingestão, representado por  $10.000 \mu\text{g}$  ao dia (DRI 2000, 2001).

As sementes apresentaram conteúdos relevante de minerais como o cálcio, magnésio, ferro, cobre, cromo, iodo e selênio. Ao comparar o teor de cálcio e magnésio da semente de bajuru (93,40 e  $173,2 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ ) com algumas amêndoas ricas nesses minerais que estão disponíveis no mercado, o bajuru se assemelha a quantidade presente na macadâmia (40-85 e  $228-422 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ ), noz-pecã (40-43 e  $121-145\text{g.}100\text{g}^{-1}$ ), pistache (103-115 e  $96-104 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ ), noz da noqueira (72 e  $107 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ ) e avelã (144-155 e  $147-161 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ ) respectivamente (MORGANO *et al.*, 2007; USDA, 2007). Os resultados obtidos neste estudo indicam que a semente avaliada pode ser considerada uma boa fonte de cobre ( $670 \mu\text{g.}100\text{g}^{-1}$ ) ao atender 74,44% IDR tanto para homens e mulheres, porém apresenta conteúdo inferior quando comparada com as amêndoas citadas anteriormente, que contêm em média de  $770-1590 \mu\text{g.}100\text{g}^{-1}$  (MORGANO *et al.*, 2007; USDA, 2007). Em relação ao ferro ( $\text{mg.}100\text{g}^{-1}$ ) a semente do bajuru (2,9) apresenta teor similar a algumas sementes muito consumidas como a castanha-do-pará (2,43), a macadâmia (2,64) e a noz-pecã (2,54) segundo USDA (2007).

No que concerne ao atendimento da IDR para os principais minerais presentes na semente estudada, 100g alcançam as seguintes necessidades para Cr ( $105,75\%^{\text{H}}$  e  $148\%^{\text{M}}$ ); Cu ( $74,44\%^{\text{H/M}}$ ); I ( $66,60\%^{\text{H/M}}$ ); Mg ( $41,19\%^{\text{H}}$  e  $54,06\%^{\text{M}}$ ) e Se ( $36\%^{\text{H}}$  e  $44\%^{\text{M}}$ ). Dessa forma conclui-se que as sementes são boas fontes de minerais, essenciais para o bom funcionamento corpóreo, onde se destaca a alta concentração daqueles antioxidantes, como o selênio e o cromo.

No mineralograma das frações analisadas foram encontrados minerais como o alumínio, lítio, rubídio, estrôncio, níquel, silício, vanádio titânio e arsênio, que são classificados como elementos ultra-traços em função de suas quantidades muito baixas nos tecidos humanos, as necessidades dos mesmos ainda permanece por sua incerta essencialidade, no entanto, ainda não está bem elucidada nas literaturas disponíveis a verdadeira função desses elementos no metabolismo humano (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Os minerais estão diretamente relacionados ao estado de saúde e doença já que sua deficiência ou excesso pode provocar mudanças fisiológicas importantes para o organismo. Do ponto de vista de saúde pública é importante assegurar à população a ingestão de todos os nutrientes de maneira adequada através da dieta, ao mesmo tempo, ela não deve conter elementos minerais acima dos níveis permissíveis, principalmente aqueles que podem causar intoxicação química do organismo (IOM 2000 & 2001.). Como foi explicitado as frações analisadas do bajuru apresentam perfil interessante de minerais, no entanto, a biodisponibilidade, fator relevante no que concerne a capacidade de absorção pelo organismos não foi avaliada.

## VI. Proteínas e perfil de aminoácidos

Em um ciclo de nitrogênio as plantas incorporam o nitrogênio inorgânico das bactérias fixadoras de nitrogênio para formar aminoácidos e proteínas. No entanto, sabe-se que, as proteínas de origem animal têm maior valor biológico que aquelas de origem vegetal, e mais, que os produtos vegetais são primariamente compostos de carboidratos, principalmente as frutas que contém em média teor reduzido de proteínas (KINUPP & BARROS, 2008).

O teor de proteínas de plantas medicinais não é um item de qualidade como a umidade e cinzas totais, por esse motivo, há escassez de trabalhos relacionados à determinação do conteúdo protéico dessas folhas. Kinupp & Barros (2008) observaram que espécies como *Eryngium nudicale*, Lam (salsa-da-praia); *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltdl.) Micheli (chapéu-de-couro) e *Centella asiatica* (L.) Urb (pé-de-cavalo), plantas tradicionalmente utilizadas pela medicina popular, continham proteína em base seca em 18,4%; 12,65% e 16,1% respectivamente, todas em quantidades superiores ao verificado na folha de bajuru que foi de  $10,53 \pm 0,17\%$ .

Polpa de frutas em geral apresentam baixa quantidade de proteína ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Os resultados mostraram que a polpa de bajuru apresentou  $0,68 \pm 0,01$  g de proteína bruta/100 g de polpa, afirmando o que está descrito na literatura (KINUPP & BARROS, 2008). No entanto, se for comparado com dados apresentados por Franco (2001) de  $0,3 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e Vargas (2000) igual a  $0,4 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para a polpa de bajuru, os valores encontrados neste estudo são muitos superiores, em torno de 50 a 60%, incremento pode ser creditado as condições edafoclimáticas de onde os frutos foram colhidos.

Os teores de proteína bruta encontrados neste trabalho para a polpa de bajuru são semelhante aos observado em outros frutos nativos como o cambuci - 0,62 (VALLILO *et al.*, 2005), a gabirola - 1,6 (VALLILO *et al.*, 2006), o araçá - 0,50 (SILVA *et al.*, 2008) e a pitanga - 0,8 (PHILIPPI, 2002).

As amêndoas das sementes revelaram conteúdo de proteína bruta igual a  $5,95 \pm 0,02 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  valor próximo ao observado na Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia (AGUIAR, 1996) para a castanha de galinha ( $6,57 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), e superior a castanha do Brasil que contém  $4,29 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (SOUZA & MENEZES, 2004), porém, bastante inferior à demais espécies nacionais bem conhecidas como, a amêndoa de sapucaia com cerca de  $19,62 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (SOUZA, *et al.*, 2008) e a castanha de caju que apresenta  $22,11 \pm 0,52$  (MELLO, *et al.* 1998).

As proteínas são formadas de unidades estruturas básicas de aminoácidos, que são constituídos de carboidratos com um grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) adicionado ao carbono  $\alpha$ , que é o carbono próximo ao grupo carboxila. Alguns esqueletos de carbono podem ser produzidos no corpo, como por exemplo, a partir de intermediários nas vias metabólicas. A associação destes esqueletos com um grupo amino resulta nos chamados aminoácidos não essenciais. Já os aminoácidos essenciais são aqueles que o corpo não possui a capacidade de fabricar, obtendo apenas a partir da dieta (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

A quantificação e a qualificação dos aminoácidos tornam-se necessárias, uma vez que o principal fator da qualidade de uma proteína é o seu perfil de aminoácidos e seu valor biológico, que pode ser determinado pelo aminoácido essencial mais limitante, que é aquele presente em menor concentração na proteína quando comparado com as necessidades humanas (KIPP *et al.*, 1996). Assim, o valor nutricional das proteínas está relacionado ao seu conteúdo em aminoácidos essenciais e também a sua digestibilidade, que pode ser afetada por fatores como: a composição química do alimento (ex. fibras), processamento (ex. cocção), condições de armazenamento, entre outros (BEJOSANO & CORKE, 1998).

Para avaliar a qualidade química das proteínas presente nas folhas desidratadas, polpa e semente *in natura* foi determinado o perfil de aminoácidos, cujos resultados estão descritos na tabela 7

**Tabela 7-** Perfil de aminoácidos das frações de folha, polpa e sementes do bajuru em mg/g.

<b>Aminoácidos</b>	<b>Proteína padrão<sup>1</sup></b>	<b>Folha desidratada</b>	<b>Polpa <i>In natura</i></b>	<b>Semente descorticada</b>
<b>Essenciais</b>				
Histidina (His)	-	0,9	0,05	0,06
Leucina (Leu)	70	4,7	0,12	0,24
Isoleucina (Ile)	40	2,2	0,05	0,06
Fenilalanina (Phe)	-	3,3	0,05	0,12
Lisina (Lys)	55	2,9	0,05	0,06
Treonina (Thr)	40	ND	ND	ND
Tirosina (Tyr)	-	1,3	0,05	0,06
Valina (Val)	50	3,4	0,27	0,24
Triptofano (Trp)	10	ND	ND	ND
Arômáticos totais*	60	4,6	0,1	0,18
Total AE	-	18,7	0,64	0,84
<b>Não essenciais</b>				
Serina (Ser)	-	2,2	0,12	0,18
Glicina (Gly)	-	2,7	0,12	0,12
Prolina (Pro)	-	0,4	0,05	0,06
Alanina (Ala)	-	3,6	0,12	0,12
Ac. Aspártico(Asp)	-	5,4	0,12	0,18
Ac.Glutâmico (Glu)	-	6,1	0,12	0,12
Total de AA não essenciais	-	20,4	0,65	1,32
Total	-	39,1	1,29	2,16

\*Arômáticos totais = fenilalanina + tirosina

<sup>1</sup> FAO/WHO/ONU (1985)

Todos os aminoácidos avaliados nas 03 frações mostraram concentrações bem inferiores quando comparado à proteína padrão sugerido pela FAO (1985), no entanto, não foi determinado o teor de aminoácidos essenciais importantes como o triptofano, treonina e sulfurados (metionina + cisteína). Dessa forma, as amostras analisadas não devem ser consideradas como fontes de proteínas.

## **VII. Carboidratos totais, glicídios redutores e não-redutores.**

Os carboidratos são os componentes mais abundantes e amplamente distribuídos entre os alimentos, principalmente os de origem vegetal (SHILLS *et al.*, 2003). Apresentam funções e concentrações variadas em virtude de sua grande diversidade, propriedades fisiológicas e benefícios potenciais a saúde. Podem ser categorizados de acordo com as suas propriedades químicas em: monossacarídeos, di e oligossacarídeos e polissacarídeos: amido e fibras (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005). O monossacarídeo é o carboidrato com uma unidade simples de carboidrato, os dissacarídeos fornecem dois monossacarídeos, os

oligossacarídeos fornecem de 2 a 10 monossacarídeos e os polissacarídeos resultam em mais de 10 monossacarídeos (SHILLS *et al.*, 2003).

A principal função destes nutrientes está relacionada ao fornecimento de energia, correspondendo de 50-70% da energia derivada da dieta normal. Os carboidratos também são utilizados para a síntese de componentes celulares, depósitos de energia química e elementos estruturais de células e tecidos, como fonte de carbono. Ao agir como fonte de energia poupam proteínas para que sejam utilizadas na construção de tecidos. A ingestão adequada de carboidratos também impede a formação excessiva das cetonas, que normalmente são sintetizadas em pequenas quantidades, durante a oxidação lipídica (WAITZBERG, 2004).

Dos carboidratos ingeridos, cerca de 60% deles está na forma de polissacarídeos, principalmente amido, enquanto que os dissacarídeos representam 40% da ingestão, com 30% provenientes apenas do consumo de sacarose (SHILLS *et al.*, 2003). O excesso da ingestão de glicose, sacarose e frutose está diretamente relacionada ao desenvolvimento de diabetes tipo II, resistência insulínica, doenças cardiovasculares, incidência de cáries, de hiperlipidemia, da hipertensão e de lesões teciduais semelhantes às que ocorrem em pacientes com diabetes, embora esta relação não esteja totalmente elucidada (BRASIL, 2005a). Em contrapartida a esse efeito sugere-se o aumento na ingestão de frutas e vegetais que reduz a densidade energética e aumenta a saciedade (SHILLS *et al.*, 2003). Esses efeitos podem ajudar no balanço energético, no controle do peso e da glicemia, papéis desempenhados pela densidade energética e pelas quantidades de água, fibras e carboidratos (BRASIL, 2005a).

A glicose é o açúcar mais amplamente distribuído na natureza, apesar de ser raramente consumido em sua forma monossacarídica. Na forma de polímero, ela está presente no amido, na celulose e todos os dissacarídeos comestíveis. Já a frutose é mais doce de todos os monossacarídeos, pode estar presente como hexose livre (mel, refrigerante, adoçante e frutas) ou é produzida pela hidrólise do dissacarídeo sacarose, presente na dieta, como a glicose. (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

O valor médio ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) de açúcares redutores encontrados nas folhas e sementes foram respectivamente  $9,31 \pm 0,04$  e  $1,58 \pm 0,07$  e os não redutores foram  $8,91 \pm 0,08$  e  $1,76 \pm 0,06$  respectivamente (tabela 8). O fruto de bajuru é caracterizado por seu baixo grau de doçura e por vezes quase adstringente como o araçá-pera, ao comparar-se o teor de açúcares redutores e não redutores entre essas duas espécies, pode ser observado que o bajuru contém concentração de redutores inferior ( $1,73 \pm 0,17$ ) ao encontrado no araçá-pera (2,9) e não redutores ( $2,54 \pm 0,50$ ) similar à mesma fruta que foi de 2,15 (ANDRADE, *et al.*, 1993).

**Tabela 8** – Teores de monossacarídeos, dissacarídeos, amido, fibras e carboidratos totais presentes nas frações de polpa, sementes e folhas do bajuru ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  amostra).

<b>Carboidratos</b>	<b>Folhas desidratadas (Média <math>\pm</math> d.p.)</b>	<b>Polpa <i>In natura</i> (Média <math>\pm</math> d.p.)</b>	<b>Sementes descorticadas (Média <math>\pm</math> d.p.)</b>
Açúcares redutores	$6,31 \pm 0,04$	$1,73 \pm 0,17$	$1,58 \pm 0,07$
Açúcares não redutores	$0,91 \pm 0,08$	$2,54 \pm 0,50$	$1,76 \pm 0,06$
Amido	$1,73 \pm 0,07$	$6,53 \pm 0,08$	$1,75 \pm 0,07$
Fibra insolúvel	$17,44 \pm 0,02$	$1,85 \pm 0,07$	$19,76 \pm 0,12$
Fibra solúvel	$46,96 \pm 0,07$	$0,78 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,01$
Fibra alimentar Total	$64,40 \pm 0,09$	$2,63 \pm 0,08$	$19,76 \pm 0,13$
Carboidratos totais	$73,35 \pm 0,09$	$13,43 \pm 0,07$	$24,92 \pm 0,05$

d.p. = desvio padrão

## VIII. Amido

As plantas armazenam carboidratos como grânulos de amido em uma estrutura complexa e granular. Quanto mais carboidrato a planta produz, maior a taxa de formação de amido que sofre variação durante o amadurecimento dos frutos (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005). Poucos são os trabalhos que analisam o teor de amido em frutas, aqueles que o fazem retratam apenas frutas destinadas ao mercado nacional ou internacional com o objetivo de encontrar o momento exato da colheita em relação ao amadurecimento dos frutos. Assim Matsuura *et al.* (2002) observou que bananas do cultivar pacovan contêm em média de 2,1-3,2% (p/p) e Bernardes-Silva *et al.* (2003) revelou que em quatro cultivares de mangas maduras a concentração de amido variou de 0,05-2,44%. Os frutos do bajuru foram colhidos quando estavam maduros e apresentaram um teor de amido igual  $6,53 \pm 0,08$ , já na semente e na folha essa concentração foi de  $1,75 \pm 0,07$  e  $1,73 \pm 0,07$  g.100g<sup>-1</sup> respectivamente.

## IX. Fibras

A fibra alimentar é a soma de todos os polissacarídeos de vegetais (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas e mucilagens), mais as ligninas, que não são hidrolisadas por enzimas do trato-digestivo humano. As diversas funções fisiológicas das fibras estão relacionadas com: regulação da função intestinal, prevenção de constipação, melhoramento da flora bacteriana intestinal, inibição da absorção de substâncias prejudiciais, prevenção de câncer de cólon, imunoativação, regulação do conteúdo de açúcar no sangue, inibição de secreção de insulina e de glicogênio, prevenção de diabetes mellitus, regulação do conteúdo de colesterol no sangue, prevenção da formação de cálculo biliar, redução da gordura natural, prevenção de obesidade e efeito hipotensor (AZIZAH & LUAN, 2000). Além disto, as fibras atuam na regulação do peso corporal, o que pode ser explicado pelos seguintes fatores: apresentam menor palatabilidade; constituem barreira para a digestão de outros carboidratos; e são fermentadas por bactérias no cólon, resultando na liberação de ácidos graxos de cadeia curta na circulação-porta, os quais afetam a homeostase da glicose hepática (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Os alimentos ricos em fibras são de baixo valor energético e constituem grande parte do volume alimentar disponível (BRASIL, 2005). Podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água, como: insolúveis (são os polissacarídeos estruturais como celulose, lignina e hemicelulose) e solúveis (são os polissacarídeos não estruturais como as pectinas,  $\beta$ -glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses), as quais têm mostrado efeitos fisiológicos diferentes (SOUZA & MENEZES, 2004).

As fibras solúveis e insolúveis têm muitos efeitos positivos, podendo contribuir de forma significativa na prevenção de várias doenças. No caso das fibras insolúveis, estas aumentam o bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito gastrointestinal e têm efeito direto na melhoria de casos de constipação intestinal (NELSON, 2001).

As folhas, como era previsto, apresentaram alta concentração de fibras insolúveis em g.100g<sup>-1</sup>, cerca de  $17,4 \pm 0,02$  quando desidratadas, próximo ao observado por Almeida *et al.* (2003) para algumas espécies de plantas medicinais como quebra-pedra ( $17,75 \pm 0,75$ ) e torém ( $15,52 \pm 0,38$ ) e bem superior a outras como folhas de maracujá ( $8,09 \pm 0,34$ ), folha de goiabeira ( $11,10 \pm 0,51$ ) e alecrim-pimenta ( $8,39 \pm 0,38$ ). No que concerne a porção de polpa do bajuru o teor de fibra insolúvel ( $1,85 \pm 0,07$ g%) foi similar ao observado no caju ( $2,65$ g%) e manga ( $2,08$ g%), frutos nativos e de grande aceitação entre os consumidores (GUERRA *e al.*, 2004). Já as amêndoas das sementes de bajuru apresentaram  $19,76 \pm 0,12$  g.100g<sup>-1</sup> de fibras insolúveis, teor superior ao descrito para as sementes de baru ( $10,9 \pm 0,3$  g.100g<sup>-1</sup>)

(TAKEMOTO *et al.*, 2001) e castanha do Brasil ( $4,89 \pm 0,03 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) espécies bastante estudadas no meio científico (SOUZA & MENEZES, 2004).

As fibras solúveis contribuem para a diminuição de níveis de colesterol e triacilgliceróis, tornam a absorção de glicose mais lenta e reduzem a probabilidade de ocorrência de doenças coronárias (NELSON, 2001). Em especial, as frações pécicas, gomas e mucilagens são significativamente hipocolesterolemizantes (SHILLS *et al.*, 2003). Neste trabalho foi observado que as folhas de bajuru apresentaram em  $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  cerca de  $46,96 \pm 0,07$  de fibras solúveis, com teor de fibra alimentar total ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) igual a  $64,40 \pm 0,09$  conteúdo próximo ao observado para as folhas de licuri (70,05) (TBCAUSP 5.0, 2008) uma palmeira encontrada em regiões de solos áridos onde há escassez de água, condição similar ao ambiente onde o bajuru se desenvolve. A polpa deste fruto revelou conteúdo de fibra solúvel ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) igual a  $1,85 \pm 0,07$ , valor similar ao observado para frutos tropicais como a manga (1,26) e goiaba (1,54) conforme Guerra *e al.* (2004). Já as sementes, em geral, contêm baixo teor de fibras solúveis, como a semente de baru que apresenta  $2,5 \pm 0,2 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (TAKEMOTO *et al.*, 2001), a castanha do Brasil com  $3,12 \pm 0,01 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (SOUZA & MENEZES, 2004) e a amêndoa do bajuru que contém em média  $0,07 \pm 0,01 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Em relação ao conteúdo total de fibra alimentar a amêndoa de bajuru supera o descrito por TAKEMOTO *et al.* (2001) para a semente de baru -  $13,4 \pm 0,3 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e por SOUZA & MENEZES (2004) para a castanha do Brasil -  $8,02 \pm 0,02 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

## X. Valor calórico total (VET)

O conhecimento do valor energético dos alimentos é de grande interesse para área de nutrição, uma vez que possibilita o cálculo do balanço energético de dietas. Cada alimento tem seu valor energético específico, ou seja, determinada quantidade de alimento libera certa quantidade de energia quando metabolizada, e esta depende, fundamentalmente, da composição dos alimentos no que diz respeito aos substratos energéticos (CUPPARI, 2002). Apenas alguns alimentos tais como óleos e açúcares, são constituídos de um único nutriente. Mais comumente, os alimentos contêm uma mistura de proteína, carboidrato e lipídios (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005) o que é observado em frutos, folhas e sementes, objeto deste estudo.

A determinação do VET em plantas medicinais não apresenta grande importância, tanto que não existem trabalhos que referendam essa análise, uma vez que o consumo diário é pequeno, e quando feito em forma de chá o valor é irrelevante, porém ao nível de conhecimento as folhas desidratadas do bajuru apresentaram  $344,97 \text{ Kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

Os frutos do bajuru por apresentarem alto teor de umidade, contêm proporcionalmente, teor reduzido de calorías, cerca de  $64,09 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , próximo aos valores encontrados na Tabela de Composição de Alimentos (FRANCO, 2001), igual a  $54,5 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e por Vargas (2000) que foi de  $47 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

As sementes, como são ricas em lipídios também apresentam alto conteúdo energético, correspondente a  $532,90 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , superior ao observado por Aguiar (1996) para a castanha de galinha ( $463,46 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) espécie também pertencente à família *Chrysobalanaceae*, e próximo aos valores descritos para a noz-moscada ( $525 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), pistache ( $557 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), castanha-de-caju ( $574 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) e amendoim ( $567 \text{ kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) conforme USDA (2007).

## XI. Lipídios totais e perfil de ácidos graxos

Lipídeos são definidos como componentes presentes nos alimentos que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como éter etílico, éter de petróleo,

clorofórmio, acetona, benzeno e álcoois (CECCHI, 2003). Podem ser classificados em simples, compostos e derivados. Os óleos e gorduras são lipídios simples, os óleos apresentam consistência líquida em temperatura de 25°C e as gorduras são pastosas na mesma temperatura. Entre os lipídios compostos, encontram-se os fosfolipídeos, lipoproteínas, ceras, e outros; já entre os derivados estão os ácidos graxos, esteróis, vitaminas lipossolúveis e pró-vitaminas (BRASIL, 2005b; IAL, 2008).

As folhas desidratadas do *C. icaco* contêm  $1,05 \pm 0,04 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de lipídios, valor semelhante foi observado por Vargas (2005) ao descrever que essa porção contém menos de 1% de lipídios quando extraído por hidrodestilação.

A concentração de lipídeos totais encontrada na polpa foi de  $0,85 \pm 0,07 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  o que caracteriza o fruto como não-oleaginoso. O valor observado foi próximo ao descrito por Franco (2001) igual a  $0,1 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e por Vargas (2000) igual a  $0,1 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

As sementes revelaram serem ricas fontes de lipídios com cerca  $45,50 \pm 0,10 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , valor próximo ao constatado por Vargas (1998) que foi de 51% para essa espécie e similar a castanha de galinha, da mesma família, de  $46,34 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (AGUIAR, 1996). A concentração de lipídios presentes na amêndoa da semente do bajuru é superior a azeitona verde ( $22,20 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), a soja ( $17,70 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e a semente de girassol ( $51,30 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), fontes lipídicas muito utilizadas na alimentação ocidental (FRANCO, 2001). Essas sementes também se assemelham aos valores de lipídios relatados na literatura pelo NEPA-UNICAMP, (2006) e USDA (2007) para castanha-de-caju (43,0-47,7%), amendoim (49,66%), pistache (44,44%), noz-européia (56,96%); indicando ser uma excelente fonte de gordura vegetal.

Sabe-se que a gordura da dieta é essencial para síntese de hormônios, controle da temperatura corporal, como fonte de energia, além de participar dos processos de digestão, absorção e transporte de vitaminas lipossolúveis e fitoquímicos lipossolúveis, como carotenóides. Ela deprime as secreções gástricas, torna mais lento o esvaziamento gástrico e estimula o fluxo biliar e pancreático, facilitando a digestão (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Além da função para dieta, a gordura tem grande importância na formulação de diversos produtos alimentícios devido às suas propriedades físicas. É um ingrediente chave para os aspectos sensoriais e fisiológicos dos alimentos, contribuindo para o sabor, cremosidade, maciez, suculência aparência e sensação de saciedade após as refeições. Os lipídios também emulsificam, estabilizam espumas, aeram massas, transferem calor e carregam pigmentos (PINHEIRO & PENNA, 2004).

Os componentes mais expressivos dos óleos e gorduras são os triacilgliceróis e suas propriedades físicas dependem da estrutura e distribuição dos ácidos graxos (AG) presentes (FRANÇA *et al.*, 1999).

Na tabela 9 são apresentados os perfis de ácidos graxos das folhas, polpas e amêndoas das sementes de bajuru.

**Tabela 9-** Perfil de ácidos graxos (% m/m) das frações comestíveis e não comestíveis do bajuru (*Chrysobanalus icaco*,L).

Perfil de ácidos graxos		Folha (média ± dp)	Semente (média± dp)	Polpa (média ± dp)
C 14	Mirístico	1,00± 0,02	-	-
C16	Palmítico	23,54±0,02	6,33	16,68±1,03
C16:1	Palmitoléico	1,17±0,01	0,05	-
C17	Margárico		0,1	
C18	Esteárico	12,28±0,16	22,55	28,05±1,32
C18:1	Oléico	6,92±0,08	23,51	25,39±2,16
C18:2	Linoléico	12,58±0,13	16,36	18,22±1,45
C18:3	Linolênico	-	0,09	3,16±0,45
C 20	Araquídico	37,27±0,42	0,95	1,52±0,30
C 20:1	Eicosenóico	0,98±0,07	0,42	-
C 22:1	Docosenóico	-	-	3,14±0,02
C 22:2	Docosadienóico	-	-	2,62±0,76
C 24:0	Lignocérico		0,14	
C24:1	Nervônico		0,46	
Saturado		74,08±0,58	30,07	46,25±2,65
Insaturado		21,65±0,27	40,89	52,32±4,84
NI		4,27±0,84	29,04	1,43±0,87

NI- não identificados

Na fração lipídica da folha de bajuru os ácidos mais prevalentes foram o araquídico (37,27±0,42%), palmítico (23,54±0,02%), linoléico (12,58±0,13%) e esteárico (12,28±0,16%). Já a polpa revelou predominância dos ácidos: esteárico (28,05±1,32%) e oléico (25,39±2,16%). Essas porções não podem ser consideradas boas fontes desses ácidos graxos devido à baixa concentração de lipídios observada.

No entanto, a gordura da semente de bajuru revelou conteúdo total de ácidos graxos saturados de 30,07% e insaturados de 40,89%. Porém no tempo de retenção de 34 minutos foi observado um pico sem identificação até o momento que representou 29,04% do total da composição, visto a alta proporção deste ácido graxo são necessários mais estudos, já que o mesmo não representa nenhum dos ácidos graxos corriqueiramente encontrados em óleos e gorduras vegetais.

Os principais ácidos graxos presentes no óleo da amêndoa da semente do bajuru são o oléico (23,51%), esteárico (22,55%), e linoléico (16,36%), apresentando composição bem diferente da observada no óleo da oiticica, espécie da mesma família do bajuru onde há predominância dos ácidos graxos licânico (70 a 80%) e linolênico (10 a 12%), com pequenas quantidades de ácido oléico, palmítico e esteárico.

Ácidos graxos como o margárico, lignocérico e nervônico são comuns em óleos e gorduras vegetais em baixas concentrações como já foi descrito por *Zambiasi et al* (2007) que analisou o perfil dos 14 óleos mais consumidos mundialmente como o óleo de palma, soja, algodão, milho, canola, oliva e girassol e encontrou os ácidos graxos citados em concentrações inferiores a 1% m/m, similar ao observado neste estudo.

Certos tipos de lipídios provocam efeitos positivos sobre o organismo humano, no entanto, já foi postulado que o consumo de altas quantidades de gordura está relacionado com o aumento do risco da obesidade e de alguns tipos de câncer, sendo que a ingestão de ácidos

graxos saturados está associada ao aumento do colesterol sanguíneo e de doenças coronarianas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). Esforços adicionais estão sendo realizados para a redução do consumo não só de gorduras, como também daqueles ácidos graxos responsáveis pela elevação do colesterol e das lipoproteínas plasmáticas (AKOH, 1998). Assim, trabalhos que buscam desvendar o perfil de ácidos graxos de novas fontes de lipídios têm ganhando espaço no meio acadêmico.

Já foi estabelecido que o consumo de gorduras saturadas e colesterol está associado a um perfil lipídico indesejável e ao aumento do risco de desenvolvimento da aterosclerose (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). Com o objetivo de reduzir as gorduras saturadas da alimentação à indústria de alimentos fez uso por muito tempo, desde 1960, do processo de hidrogenação parcial dos ácidos graxos poliinsaturados para a obtenção da maior parte das gorduras trans consumidas atualmente. A gordura hidrogenada, até então, tinha se tornado uma boa alternativa em virtude de sua estabilidade, disponibilidade, baixo custo e funcionalidade (ECKEL *et al*, 2007). No entanto, pesquisas têm demonstrado o efeito deletério dos ácidos graxos hidrogenados no perfil lipídico e na incidência de doença da artéria coronária (MENSINK *et al*, 1990; MAZAFFARIAN *et al*, 2006). Por esse motivo, vários países sugeriram a redução ou exclusão das gorduras trans de produtos (MAZAFFARIAN *et al*, 2006; ECKEL *et al*, 2007).

Dessa forma, a busca pela substituição de gorduras hidrogenadas por óleos que apresentem características de palatabilidade e conservem alimentos vem se tornando alvo de muitas pesquisas. Uma alternativa acessível é o uso de óleos e gorduras ricos em ácido esteárico (para as gorduras) e ácido oléico (para os óleos) que promovem a funcionalidade apropriada sem a hidrogenação (LIU, *et al* 2002). O ácido esteárico (C18:0) é considerado um ácido graxo neutro, pois se comporta como um carboidrato, isto é, não exerce influência sobre as lipoproteínas sanguíneas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). Em estudo recente, não foi encontrada diferença nos valores de HDL-colesterol e triglicérides quando compararam o consumo de dietas enriquecidas em ácido esteárico, oléico e linoléico (THIJSSEN, *et al*, 2005). Entre os óleos presentes na tabela 6 o óleo da amêndoa da semente de bajuru foi aquele que apresentou a maior porcentagem do ácido esteárico.

Em geral, os ácidos graxos saturados tendem a elevar o colesterol sanguíneo em todas as frações de lipoproteínas quando substituem os carboidratos ou outros ácidos graxos. Os considerados hipercolesterolêmicos ou aterogênicos são os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0). O mirístico é o mais potente, seguido pelo ácido palmítico e então o láurico. Neste caso observando a tabela 10 pode-se concluir que o óleo estudado é aquele que tem a menor proporção dos ácidos graxos considerados hipercolesterolêmico com apenas 6,33%.

**Tabela 10-** Comparação do perfil de ácidos graxos (%m/m) do óleo da semente de bajuru com óleos de grande aceitação da indústria de alimentos.

Ácidos graxos	gordura semente bajuru	Óleo da palma <sup>1</sup>	Óleo de algodão <sup>2</sup>	Óleo de soja <sup>2</sup>	Óleo de oliva <sup>2</sup>	Óleo de amendoim <sup>2</sup>
C 14 Mirístico	-	0,5 -2,0	0,77	0,06	-	0,03
C16 Palmítico	6,33	39-47,5	21,87	9,90	10,84	9,40
C16:1 Palmotiléico	0,05	< 0,6	0,47	0,08	0,92	0,06
C17 Margárico	0,1	< 0,2	0,08	0,10	0,14	0,12
C17:1 heptadecenóico	-	-	0,11	0,08	0,21	0,01
C18 Esteárico	22,55	3,5-6,0	2,27	3,94	3,59	2,65
C18:1 Oléico	23,51	36,0-44	16,61	21,35	75,55	48,71

(continuação)

C18:2	Linoléico	16,36	9,0 - 12	56,35	56,02	7,01	31,06
C18:3	Linolênico	0,09	< 0,5	0,33	7,15	0,66	0,23
C20	Araquídico	0,95	< 1,0	0,26	0,41	0,50	1,38
C 20:1	Eicosenóico	0,42	< 0,4	0,14	0,22	0,32	1,43
C22:0	Behêmico	-	-	0,36	0,48	0,15	3,14
C 22:1	Docosenóico	-	< 0,2	0,10	-	-	0,12
C24:0	Lignocérico	0,14		0,12	0,21	0,06	1,66
C24:1	Nervônico	0,46		0,16	-	0,05	-

<sup>1</sup>FONTE: CODEX – STAN 210, 2003.

<sup>2</sup>Zambiasi *et al*, 2007.

Entre os ácidos graxos monoinsaturados, o ácido oléico (C18:1) que pode ser conhecido como  $\omega$ -9, está relacionado com baixos níveis de colesterol sanguíneo e da doença artériocoronária (DAC) (TRICHOPOULOU *et al*, 2003). O azeite é uma das principais fontes de oléico (TURATTI, 2000) com 75,55%, de acordo com a tabela 6 o óleo aqui estudado apresentou uma boa concentração de oléico, superior ao óleo de algodão e soja porém bem inferior aos óleos de palma, amendoim e azeite.

Existem ácidos graxos ao qual o organismo humano não possui a capacidade de sintetizar e que devem ser ingeridos através da dieta, estes são denominados ácidos graxos essenciais (AGE) que por sua vez são poliinsaturados. Os AGEs são os ácido linolênico, linoléico e araquidônio, quando o linoléico não estiver disponível. O ácido linoléico, que pode ser chamado também de  $\omega$ -6 (C18:2) é transformado pelo organismo humano no ácido araquidônio e em outros AGPI semelhantes a este. Os  $\omega$ -6, bem como os seus derivados participam da estrutura das membranas celulares, influenciando a viscosidade sanguínea, permeabilidade dos vasos, ação anti-agregadora, pressão arterial, reação antiinflamatória, funções plaquetárias e contribuem para a redução do colesterol plasmático (GALVÃO, 2000). Segundo a tabela 10 o óleo da semente de bajúru apresenta teor de C18:2 igual a 16,36%, superior ao encontrado no óleo de palma e oliva. Ao se observar os perfis dos óleos descritos na tabela 10 conclui-se que o óleo estudado apresenta um perfil de ácidos graxos interessantes, diferente dos demais que contêm sempre a predominância de um ácido graxo, apresenta um perfil mais igualitário entre os principais ácidos graxos de interesse a saúde.

### 4.3 Características físico-químicas para gordura das sementes de bajúru

Existe uma variedade de métodos analíticos que são utilizados para a avaliação de óleos e gorduras entre eles os métodos de identidade e qualidade mais utilizados por serem simples, rápidos e precisos são os índices de acidez, de peróxido, de iodo, de refração entre outros. As determinações feitas na análise de óleos e gorduras são geralmente chamadas de índices, que são expressões de suas propriedades físicas ou químicas e são estes índices que, juntamente com as reações características, servem para identificação e avaliação da maioria dos óleos e gorduras, sendo o resultado da análise baseado neste conjunto de dados (IAL, 2008), que no caso da gordura de bajúru está especificado na tabela 11.

Essas determinações em óleos e gorduras são de grande importância, pois os mesmos podem sofrer transformações químicas durante o armazenamento, no processamento ou ainda no uso como meio de transferência de calor (OSAWA *et al.*, 2006). A degradação de lipídios pode ainda ser ocasionada por oxidação, hidrólise, polimerização, pirólise, absorção de sabores e odores estranhos (RIBEIRO *et al*, 1993).

As análises realizadas na gordura extraído da amêndoa da semente de bajuru foram comparadas com os óleos da oiticica, da castanha de cutia e da castanha de galinha que são espécies encontradas no Brasil também pertencente à família *Chrysobalanaceae*.

**Tabela 11-** Características físico-químicas da gordura da semente de bajuru em comparação com outros óleos da família *Chrysobalanaceae*.

Determinações	gordura de bajuru Bruta	Óleo de oiticica <sup>1</sup>	Óleo da castanha de galinha <sup>2</sup>	Óleo de castanha de cutia <sup>3</sup>
Densidade	0,9278	0,960	0,9178	0,942
Índice de refração à 40°C	1,508±0,00	1,509	1,427	1,496
Índice de acidez (mgKOH. g <sup>-1</sup> )	1,86±0,62	0,3-1,7ml	6,9%	1,63%
Índice de Peróxido (mEq kg <sup>-1</sup> )	3,81±0,06	ND	ND	ND
Índice de iodo gI <sub>2</sub> 100g <sup>-1</sup>	107,11±2,45	140	71,1	192,3
Índice de saponificação mgKOH. g <sup>-1</sup>	180±2,11	194	192,4	187,5

<sup>1</sup> EMBRAPA, 2007; <sup>2</sup> IICA, 1976; <sup>3</sup> Leandro *et al*, 2007

## I. Determinação de densidade relativa

Este método determina a razão da massa da amostra em relação à da água por unidade de volume a 25°C e é aplicável a todos os óleos e gorduras líquidas. As gorduras possuem densidade menor que a unidade, razão por que são ditas mais leves que a água, a variação deste índice, entre as gorduras é pequena, porém ela decresce com o aumento do número de átomos de carbono e cresce com o grau de insaturação dos ácidos graxos geralmente variando entre 0,910-0,970 (MORETTO & FETT, 1998).

Com respeito aos resultados encontrados neste trabalho, observa-se que a densidade da gordura bruta da semente de bajuru foi igual a 0,9278 similar ao encontrado por Leandro *et al* (2007) para o óleo da castanha de cutia (0,9178), no entanto, inferior ao óleo de oiticica, igual a 0,960 (EMBRAPA, 2007) e ao óleo da castanha de galinha igual a 0,942 (IICA, 1976), mostrando ser mais leve que os dois últimos.

## II. Índice de refração

Óleos e gorduras possuem poderes de refingências diferentes e de acordo com sua natureza desviam com maior ou menor intensidade os raios luminosos que atravessam. O índice de refração é característico para cada tipo de óleo e está relacionado com o grau de insaturação das ligações, compostos de oxidação e tratamento térmico. Esse índice aumenta com o número de duplas ligações, conjugações e tamanho da cadeia hidrocarbonada (MORETTO & FETT, 1998).

O índice de refração à 40°C observado para a gordura da amêndoa da semente do bajuru foi igual a 1,508±0,00, valor similar ao descrito para o óleo da oiticieira a mesma temperatura, cerca de 1,509 (EMBRAPA, 2007), como também, para o óleo da amêndoa da castanha de cutia, igual a 1,496 (LEANDRO, 2007). Em contrapartida, o índice de refração encontrado no presente trabalho foi bem superior ao observado para o óleo da castanha de galinha igual a 1,427 (IICA, 1976) e superior a demais espécies nativas como a macaúba (1,46) e o babaçú (1,45) segundo EMBRAPA (2007).

### III. Índice de acidez

Este método determina a presença de ácidos graxos livres e revela o estado de conservação do óleo. A decomposição dos triacilglicerol é acelerada por aquecimento e pela luz, e a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácido graxo livre. A acidez de uma gordura decorre da hidrólise parcial dos glicerídeos, por isso não é uma constante ou característica, mas sim uma variável intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima; com a qualidade e o grau de pureza da gordura; com o processamento e também com as condições de conservação (MORETTO & FETT, 1998).

No processo de refino, a acidez é reduzida configurando uma medida de controle de qualidade, já nos óleos e gorduras brutas a acidez é decorrente da hidrólise enzimática que ocorre na semente ou no fruto em condições de alta umidade (MACHADO, *et al*, 2006).

Pode-se concluir que a acidez encontrada para a gordura de bajuru foi baixa, cerca de  $1,86 \pm 0,62 \text{ mgKOH.g}^{-1}$ , constatando-se que a matéria-prima era de boa qualidade e que foi armazenada corretamente, retardando a hidrólise enzimática. Observa-se ainda que o resultado obtido está dentro dos padrões estabelecidos ANVISA através da RDC nº 270/2005 para óleos não refinados, no máximo de  $4 \text{ mgKOH.g}^{-1}$ .

### IV. Índice de Peróxido

O índice de peróxido determina todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio a iodo. Estas substâncias são consideradas como sendo peróxidos ou produtos similares provenientes da oxidação das gorduras. Os peróxidos são produtos primários da oxidação de lipídeos (MACHADO, *et al*, 2006).

O índice de peróxido é um indicador muito sensível no estágio inicial da oxidação, e sua presença é indício de que a deterioração do sabor e odor, em função de sua instabilidade está por acontecer. Quando sua concentração atinge um certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular, oriundos da degradação. À temperatura elevada, a velocidade de formação dos peróxidos é menor que a de sua decomposição, portanto, essa determinação é limitada em razão da natureza transitória do peróxido e sua decomposição em produtos secundários pode subestimar o grau de oxidação. Assim, baixos valores podem representar o estágio inicial ou avançado da oxidação. Apesar do exposto este método é mais utilizado para detectar a rancidez oxidativa (ARAÚJO, 2004).

A presença de peróxido na gordura da semente de bajuru indica que de certa forma a amostra recebeu tratamento inadequado, possivelmente devido ao aquecimento sofrido pela amostra antes de quaisquer determinações, uma vez que ao ser armazenada em temperatura de refrigeração a gordura extraída apresenta consistência sólida, fato que impossibilitou a realização das análises, logo o aquecimento foi imprescindível. Ainda assim, o índice de peróxido pode ser considerado baixo, equivalendo a  $3,81 \text{ mEq. kg}^{-1}$ , valor dentro da faixa recomendada pela RDC nº 270/2005 da ANVISA para óleos não refinados, permitindo no máximo  $15 \text{ mEq. Kg}^{-1}$  (BRASIL, 2005b).

### V. Índice de iodo

O índice de iodo é uma medida de insaturação dos óleos e gorduras, logo, o índice de iodo elevado significa alto grau de insaturação. Praticamente, óleos e gorduras comestíveis contêm índice de iodo variando entre 65 - 130 (ARAÚJO, 2006), a classificação completa está descrita no quadro 3.

**Quadro 3-** Classificação segundo o índice de iodo em  $\text{gI}_2 \text{ 100g}^{-1}$

Óleos secos	II:130-200
Óleos semi-secos	II de valor intermediário
Óleos não secos	II <100

De acordo com o verificado na determinação do índice de iodo a gordura de bajuru apresentou valor médio de  $107,11 \pm 2,45 \text{ gI}_2 \text{ 100g}^{-1}$  se enquadrando na classificação de óleos e gorduras comestíveis semi-secos com grau médio de insaturação. Pode-se observar que dentro da mesma família os óleos apresentam características bem diferentes o que fica evidente ao se comparar o índice de iodo da gordura de bajuru com o óleo da castanha de galinha, da castanha de cutia e da oiticica com valores variando de 71,1 a 192,3  $\text{gI}_2 \text{ 100g}^{-1}$  (EMBRAPA, 2007; IICA, 1976; Leandro *et al*, 2007).

## VI. Índice de saponificação

Quando um óleo ou gordura é aquecido com solução aquosa de álcali forma-se glicerol e uma mistura de sais alcalinos de ácidos graxos (sabões). O índice de saponificação é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos presentes. Este índice é indicado para demonstrar a proporção de ácidos graxos de baixo peso molecular em óleos e gorduras. O índice de saponificação de glicerídeos neutros varia com a natureza dos ácidos graxos constituintes. Assim, quanto menor o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação (MORETTO & FETT, 1998).

Quanto ao índice discutido observa-se que a gordura ou óleo das espécies apresentadas neste trabalho pertencentes à família *Chrysobalanaceae* apresentam valores bem próximo variando de 187,4 à 194.

## VII. Curva do conteúdo de gordura sólida

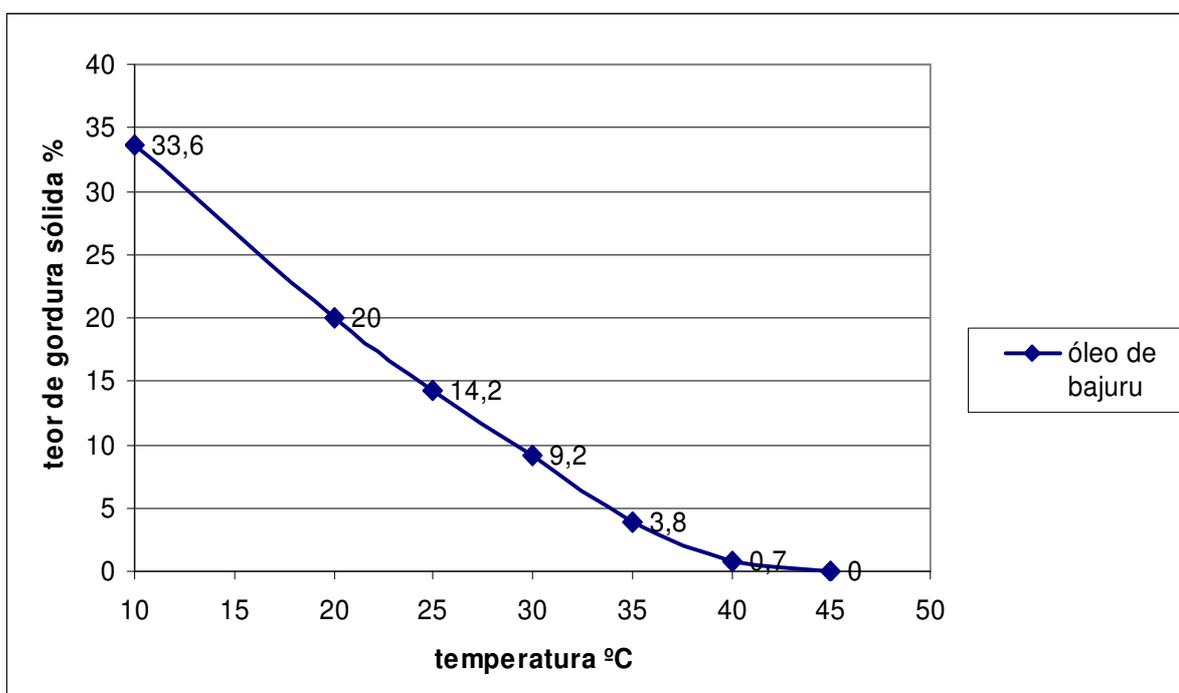
O conteúdo de gordura sólida é um parâmetro utilizado para definir as aplicações mais indicadas de uma gordura, ou de misturas de gorduras, em um determinado produto. Está associado a muitas propriedades da gordura como firmeza, plasticidade e consistência. O conteúdo de gordura sólida é dado pela porcentagem em massa dos triglicerídeos que permanecem no estado sólido a uma dada temperatura (CHIU & GIOIELLI, 2002).

A espectrometria de ressonância magnética nuclear é atualmente o método de escolha na determinação desta propriedade. O método de ressonância nuclear magnética (RMN) é mais rápido, mais preciso e fornece resultados mais próximos ao teor absoluto de gordura sólida se comparado a outras técnicas similares como dilatometria e análise térmica diferencial. Com o RMN existe uma relação direta entre o conteúdo de gordura sólida e a consistência da gordura, mas não necessariamente linear (CHIU & GIOIELLI, 2002).

A consistência de gorduras é influenciada por diversos fatores. Entre eles, os principais são: proporção de sólidos na gordura; número, tamanho e tipo de cristais; viscosidade do líquido; tratamento pela temperatura e trabalho mecânico (DEMAN & BEERS, 1988; NAWAR, 1985). Dessa forma o pré-tratamento recebido pela amostra é de grande importância, pois atua padronizando a gordura, por isso as amostras sofreram previamente à análise do teor de sólidos o tratamento conhecido como temperagem, que é fundamentado na fusão completa das amostras para a eliminação de qualquer núcleo de cristais. Assim, só após a temperagem a amostra sofreu a solidificação, para então serem levadas até as temperaturas de medição em condições rigorosamente definidas e reproduzíveis.

Os cristais de gordura formam uma rede tridimensional que fornece plasticidade ao material. Para que uma gordura seja plástica, ela deve consistir de uma fase sólida e uma líquida, ou seja, de mistura de cristais de gordura (sólida) e óleo (líquido), sendo que a relação entre as duas fases e o caráter cristalino da fase sólida determinam sua consistência e firmeza (DEMAN *et al*, 1983; DEMAN & BEERS, 1988). Quando a proporção de gordura no estado sólido é maior que cerca de 10%, o óleo líquido é imobilizado pela matriz cristalina, tornando a gordura plástica (CHIU & GIOIELLI, 2000), fato que pode ser observado na gordura da semente de bajúru que ainda em temperatura ambiente, apresenta aspecto semi-sólido com coloração esbranquiçada.

No gráfico 7 pode ser observado que a curva do conteúdo de gordura sólida (%) da fração lipídica da semente de bajúru apresenta uma conformação suave, isto é importante, pois a característica de pequena variação no teor de sólidos em uma ampla faixa de temperatura, conhecida com plasticidade, é desejável na formulação de diversos produtos uma vez que essas gorduras suportam determinados níveis de tensão antes de se deformarem (LIDA & ALI, 1998).



**Gráfico 7** – Curva de Sólidos do óleo bruto da semente do bajúru

Segundo Timms (1985), o ponto de fusão de uma amostra pode ser retirado da curva de sólidos (Gráfico 7) na concentração de 5%. No entanto, o ponto de fusão das gorduras é um índice empírico, pois esses compostos não apresentam um ponto de fusão definido, já que são constituídos de diversos componentes (DEMAN *et al*, 1983). Na concentração de 5% de sólidos a temperatura observada na curva está próxima a 34°C o que proporciona uma consistência semi-sólida a temperatura ambiente e líquida acima dessa temperatura. O ponto de fusão para o óleo de bajúru está muito próximo aos valores descritos para óleos que atualmente possuem larga aplicação na indústria de alimentos (Quadro 4) visto as características dos mesmos de suportarem fracionamento permitindo a formulação de diversos produtos (D'AGOSTINI, 2001).

**Quadro 4-** Pontos de fusão de importantes óleos naturais

Tipos de óleos	Ponto de fusão (°C)
Óleo de palma bruto <sup>1</sup>	35,2
Óleo de palmiste bruto <sup>1</sup>	27,3
Óleo de coco <sup>2</sup>	25,5

Fonte: D`Agostini (2001)<sup>1</sup>; Godoy (2001)<sup>2</sup>

Através da determinação do conteúdo de gordura sólida pode-se observar muitas características dos produtos incluindo, aparência geral, propriedades sensoriais, facilidade de espalhabilidade e exudação do óleo (LIDA & ALI, 1998). Assim, o teor de gordura sólida entre 4 e 10°C determina a facilidade de espalhabilidade na temperatura de refrigeração e um teor de sólidos próximo ou inferior a 32% à 10°C garante boa performance de espalhabilidade em temperatura de refrigeração (LIDA & ALI, 1998), uma característica que pode ser atribuída a gordura da semente de bajuru onde nesta temperatura foi detectada um teor de sólidos igual a 33,60%.

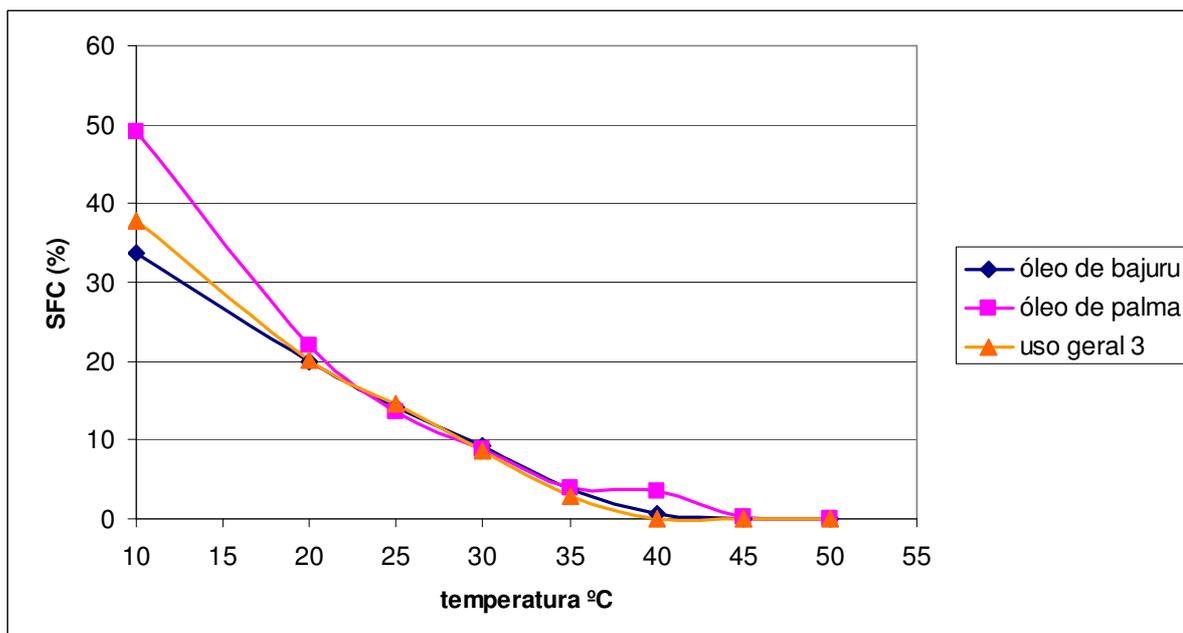
Entre 35-37°C são detectadas as propriedades sensoriais e de fusão na boca, já que em condições normais a temperatura corpórea do ser humano está em torno de 36,5-37°C. O ideal é que nesta faixa produtos gordurosos devem estar totalmente fundidos na boca, para isso a presença de certa quantidade de sólidos em temperaturas superiores a 37°C causa uma sensação desagradável durante a degustação da amostra, tornando o produto pouco atraente ao consumidor, essa sensação é reconhecida com residual ceroso. No caso do óleo de bajuru esse valor é muito baixo, cerca de 3,6%.

Embora o conteúdo de gordura sólida do óleo de palma bruto (49,10) seja superior na temperatura de 10°C ao encontrado para o óleo bruto de bajuru (33,6%), observa-se que nas temperaturas de 20; 25; 30; 35°C o conteúdo de gordura sólida para ambos óleos é muito próximo, no entanto em temperaturas mais altas o conteúdo de sólidos do óleo bruto da semente de bajuru apresenta um decaimento mais abrupto, já não existindo mais a fase sólida nas temperaturas acima de 45°C (Quadro 5 e Gráfico 8).

**Quadro 5 -** Comparação da curva de sólidos (%) do óleo bruto da semente de bajuru com o óleo bruto de palma.

Temperatura	10°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
Óleos	Conteúdo de gordura sólida (%)							
Óleo bruto da semente de bajuru	33,60	20,00	14,20	9,20	3,80	0,70	-	-
Óleo bruto de palma <sup>1</sup>	49,10	21,90	13,50	8,80	3,90	3,40	0,2	0,1

<sup>1</sup>- D`Agostini (2001)



**Gráfico 8-** Comparação da curva do conteúdo de gordura sólida para diferentes tipos de gorduras.

Quando se compara com o conteúdo de gorduras sólidas de diferentes tipos de gorduras produzidas no Brasil (Quadro 6) pode-se observar que a SFC do óleo de bajúru se aproxima daquelas descrita para uso em frituras e na formulação de glacê, além de sua curva praticamente se sobrepôr à de gorduras denominadas de “uso geral” utilizadas na manufatura, por exemplo, de sorvetes, cremes leves, balas e margarinas indicando que o óleo analisado pode possuir ampla aplicação na indústria de alimentos.

**Quadro 6** - Conteúdo de gordura sólida para diferentes tipos de gorduras produzidas no Brasil.

Tipos de aplicação de gorduras	10°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
	SFC (%) nas seguintes temperaturas							
Substitutos para chocolate	78,08	60,79	54,36	38,08	17,83	1,65	-	-
Fritura	41,64	20,74	15,65	8,20	2,57	0,06	-	-
Sopas e caldos	81,54	68,05	64,30	59,77	46,68	24,59	8,96	0,17
Spray para biscoito/ frituras	22,82	8,84	5,47	1,62	0	-	-	-
Blend para margarina	24,33	11,95	8,39	3,64	0,64	0	-	-
Recheio uso em geral	50,88	26,76	19,75	11,23	3,98	0,27	0	-
Biscoitos recheados	45,43	31,23	27,85	25,24	17,86	10,88	5,71	1,35

(continuação)

Recheios, bombons, wafers	68,16	46,25	39,17	27,52	13,26	3,57	0	-
Uso geral 1	51,06	31,19	25,67	18,16	9,53	3,69	1,37	0,05
Panificação	6,67	4,12	3,89	2,84	1,75	1,00	0,38	0,09
Glacê	41,89	19,46	13,53	6,54	1,56	0,06	0	-
Bolo, pão de forma, etc	50,92	29,55	22,50	14,85	7,23	0,97	0	-
Uso geral 2: Biscoitos, pães, bolos, cremes etc	44,76	32,96	28,61	23,13	13,89	5,81	0,99	0
Uso geral 3: sorvete, cremes leves, balas, etc	37,87	20,08	14,61	8,56	2,92	0	-	-

Fonte: Grimaldi (1999).

#### 4.4 Microbiologia das folhas de *C. icaco*.

A contaminação microbiana em plantas medicinais pode ser desenvolvida considerando diversos fatores que vão desde a complexidade dos processos de obtenção assim como da susceptibilidade de contaminação devido à ausência de conservantes e das condições de transporte e armazenagem fora das condições ideais. Assim, alguns fatores apresentam grande relevância no processo de contaminação microbiológica dessas plantas (LOPEZ, 2006).

A umidade elevada em amostras de plantas medicinais é um fator de extrema importância para o aumento do risco de contaminação e deve estar relacionada a processos inadequados de secagem e/ou condições impróprias durante a comercialização. A constatação do excesso de umidade das amostras em estudo é preocupante, considerando que o teor de água favorece a ação de enzimas, podendo acarretar na degradação dos princípios ativos, além de possibilitar o desenvolvimento de alguns microorganismos mais resistentes como: as bactérias formadoras de esporos, os bolores, as leveduras e as bactérias termo-resistentes, alterando assim, a qualidade do material vegetal (MATOS, 2000).

A sobrevivência de microorganismos durante e após a secagem dependerá das condições de manuseio e dos parâmetros físicos e químicos, como atividade de água, temperatura, pH, uso de conservantes e presença de oxigênio. Os fatores que influenciam a contaminação são: a qualidade da planta fresca, o tempo entre a coleta e o início da secagem, o tempo e a temperatura de secagem, o teor de umidade final e os cuidados de higiene durante e após a secagem. A remoção da água pela secagem aumenta a concentração de solutos e reduz a disponibilidade da água para crescimento de microorganismos, mas para uma completa estabilidade, recomenda-se uma atividade de água abaixo de 0,6 (WHO, 1998).

As matérias vegetais tendem a apresentar carga microbiana mais elevada que materiais sintéticos; a explicação é a origem desses materiais, pois a maioria dos microorganismos encontrados em plantas é comum em solo e água tornando freqüente a contaminação de plantas medicinais (ARAÚJO & OHARA, 2000). A presença de coliformes e enterococos indicam condições precárias de higiene na manipulação (SMET, 1999), sendo os fungos os principais microorganismos envolvidos na contaminação de tais produtos (ARAÚJO & OHARA, 2000).

Durante todo o processamento existe o risco de contaminação, no cultivo pela sua grande proximidade ao solo favorecendo a presença de fungos e alguns tipos de bactérias que habitam esses ambientes. Os manipuladores também exercem grande influência em relação aos contaminantes, como muitas vezes as plantas são lavadas e desidratadas e empacotadas apenas, as mãos dos funcionários podem ser veículos para os microorganismos (BRASIL, 2006).

As folhas *in natura* do bajuru apresentaram em 100g, umidade ideal (61,61%) para a presença de microorganismos, porém quando desidratadas a umidade foi reduzida para cerca de 10%, dentro dos limites estabelecidos pela Farmacopéia Brasileira (2000) para a comercialização de plantas medicinais, no entanto ainda foi suficiente para se diagnosticar a presença de certos microorganismos conforme demonstrados na tabela 12.

**Tabela 12-** Microbiologia da folha *in natura* (FIN), desidratada com (FCM) e sem (FSM) metabissulfito de sódio.

Microorganismos (UFC. g <sup>-1</sup> )	FIN			FCM			FSM		
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Bolores e leveduras	IC	IC	IC	3x10 <sup>0</sup>	SC	SC	3x10 <sup>0</sup>	6,0x10 <sup>2</sup>	SC
Bactérias heterotróficas	IC	IC	IC	SC	SC	SC	IC	IC	IC
Coliformes fecais qto presença de gás	+	+	+	-	-	-	-	-	-

IC – incontáveis  
SC- Sem UFC.g<sup>-1</sup>

Como já descrito por ARAÚJO & OHARA (2000) os bolores e leveduras são freqüentes em plantas medicinais como foi observado nos resultados das análises microbiológicas das folhas de bajuru. A forma *in natura* excedeu o estabelecido pela OMS, onde a especificação para bolores e leveduras é de, no máximo, 10<sup>4</sup>UFC/g para materiais vegetais destinados ao uso na forma de chás e infusões e de, no máximo, 10<sup>3</sup>UFC/g para uso interno, o resultado encontrado de contaminação por bolores e leveduras deram incontáveis em diluições até 10<sup>-5</sup>. Assim as folhas *in natura* não estão aptas para a utilização, já quando submetidas ao processo de desidratação e aplicação de metabissulfito de sódio as mesmas se tornaram adequadas. Segundo MATOS (2000) a contaminação de plantas medicinais por fungos deve ser considerada, pois pode levar a alteração e/ou destruição dos princípios ativos, ocasionando, assim, perda da segurança e eficácia na utilização; além de representarem risco pela produção de substâncias tóxicas (micotoxinas), tornando-as assim, impróprias para o consumo independente do nível de contaminação.

A contagem de bactérias heterotróficas fornece informações sobre a qualidade bacteriológica de uma forma ampla. O teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias. Apesar da maioria das bactérias heterotróficas, geralmente, não serem patogênicas. Alguns membros desse grupo, incluindo *Legionella* spp., *Micobacterium* spp., *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., podem ser patógenos oportunistas (BUGNO *et al*, 2005). Neste trabalho também foi observado alto nível de contaminação nas folhas *in natura* e naquelas submetidas apenas ao processo de desidratação e não foram tratadas com metabissulfito de sódio.

Também foi revelada a presença de coliformes fecais, inclusive *Escherichia coli* nas folhas *in natura* e em todas as diluições de 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-5</sup>. A presença desses microorganismos, por ser uma enterobactéria, indica que o produto apresentou contaminação de origem fecal

provavelmente por condições higiênicas durante a colheita e manuseios posteriores insatisfatórios.

Quando as folhas foram desidratadas o nível de contaminação por coliformes fecais foi negativo, porém o nível de contaminação por bactérias heterotróficas não reduziu, apresentando efeito positivo apenas para bolores e leveduras. Já o tratamento com metabissulfito aliado a desidratação foi o mais eficiente. Como as folhas são submetidas à fervura no momento da preparação de chá, parte dos microorganismos são eliminados ou reduzidos, Porém para sua comercialização será necessário a implantação de boas práticas de fabricação para reduzir ou eliminar os riscos veiculados pelo consumo dessa folha.

#### **4.5 Avaliação da utilização do chá das folhas de bajuru no tratamento e prevenção do Diabetes.**

Os resultados obtidos da glicemia; peso corpóreo dos animais e peso e tamanho do rim direito, fígado e coração estão descritos nas tabelas e gráficos no decorrer da discussão.

##### **I. Indução do Diabetes**

A variabilidade dos índices de mortalidade nos animais pode estar relacionada à múltiplos fatores capazes de modificar os efeitos da droga e a sensibilidade do hospedeiro, envolvendo: o estado de hidratação, a via de administração, a velocidade de infusão, o peso dos animais e o tempo de jejum (LUKNES, 1948; SHAN *et al*, 2006).

O peso dos animais interfere na susceptibilidade aos efeitos tóxicos do aloxano, alterando-se numa relação linear. Cada unidade de peso aumenta em 0,73 o poder de toxicidade. Os animais neste trabalho foram submetidos à indução quando alcançaram idade adulta, configurada pelo peso mínimo de 29g para a indução (SHAN, *et al*, 2006).

O jejum também possui papel de alta relevância, pois o índice de conversão em animais diabéticos aumenta com o tempo de jejum, podendo chegar a 95% de conversão quando este período aproxima-se de 48-60h (LERCO *et al*, 2003). No entanto, períodos tão prolongados podem levar a hipoglicemia severa nos animais, visto que o tempo empregado neste trabalho variou de 14-16h e alguns animais apresentaram glicemia de jejum de  $105 \pm 19$ mg/dl onde dois animais tiveram taxa glicêmica tão baixa quanto 30-35mg/dl.

A dose de aloxana empregada que possui uma melhor taxa de conversão e sobrevivência após a indução é muito variável, autores indicam de 50 a 90 mg.kg<sup>-1</sup> (SHAN *et al*, 2006; BAUMANN *et al*, 1981) diluídas em soluções salinas com pH acidificado ou não. Este trabalho se baseou no procedimento descrito por Ptak *et al* (1975) devido a baixa taxa de mortalidade durante seu experimento, menor que 5%, aplicando 75mg.kg<sup>-1</sup> diluído em solução salina à 9%, concentrado num volume de injeção de 0,1ml para peso médio dos animais (27,5g) no momento da indução. A veia da cauda foi eleita para aplicação da dose por ser mais fácil de observar e por ser uma das mais utilizadas, para isso a cauda dos animais anestesiados foram iluminadas por cerca de 3 minutos, com auxílio de lâmpada comum, o que proporcionou um alto grau de vasodilatação.

Aloxana é uma substância que destrói especificamente as células beta-pancreáticas, levando ao estado de deficiência de insulina (DUNN & MC LETCHIE 1942). Os níveis glicêmicos produzidos nos animais são bastante variados em função das doses utilizadas, mas também entre os animais induzidos com a mesma dose. Na literatura não existe ainda uma descrição definida dos motivos pelos quais ocorrem estas variações, o que há descrito é que estas diferenças podem ocorrer em função da idade do animal ou ainda da raça, sexo e estado nutricional (ISLASANDRADE *et al.*, 2000; VERSPOHL, 2002). Porém quando se utiliza um

grupo de animais com as mesmas características as diferenças obtidas se dão principalmente em função da quantidade de células beta-pancreáticas ainda ativas (IM WALDE *et al.*, 2002).

Após descanso de sete dias com água e ração *ad libitum*, o valor glicêmico mediano do grupo que ficou diabético foi de 330mg/dl, onde 10 animais apresentaram glicemia superior à 500mg/dl com taxa de mortalidade após 24h superior (36%) e também com maior taxa de conversão de diabetes (64%).

O processo de implantação do diabetes em animais é extremamente agressivo, determinando em muitos casos a exarcebação dos sintomas do diabetes descompensado, impedindo que muitos animais consigam sobreviver a indução e mesmo à primeira semana após a indução, visto que a aloxana é um composto bastante instável é rapidamente reduzido a ácido dialúrico, sua forma tóxica (SOTO *et al.*, 1998) o que explica a elevada taxa de mortalidade observada.

## II. Variação do peso dos animais

O DM caracteriza-se principalmente pela incapacidade do hormônio insulina exercer seus efeitos, seja pela ausência total ou parcial ou ainda pela resistência a este hormônio. Essa incapacidade gera um quadro de hiperglicemia crônica produzindo uma série de distúrbios no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios (WHO, 2002). Os roedores diabéticos, em geral, apresentam distúrbios de crescimento e no ganho de massa corporal, evoluindo para perda ponderal (GOMES, 2004).

No diabetes não controlado a utilização de glicose pelos tecidos periféricos (músculo e tecido adiposo) está diminuída ocorrendo utilização de ácidos graxos e corpos cetônicos. Diante deste quadro o organismo utiliza vias alternativas para produção de energia, com a degradação da massa muscular para fornecimento de aminoácidos que serão convertidos em glicose pela gliconeogênese. A degradação progressiva do tecido muscular resulta em balanço nitrogenado negativo. Paralelo a isso ocorre a degradação do tecido adiposo e a conseqüente liberação de corpos cetônicos no plasma ocorrendo assim a perda de peso e o déficit no crescimento (TIWARI E RAO, 2002).

Conforme observado na tabela 13 e gráfico 9, os animais iniciaram o estudo apresentando médias de peso homogêneas, sem diferença entre os grupos. Porém após o dia 7 os grupos evoluíram de forma diferenciada. Os grupos de animais saudáveis apresentaram média de peso ascendente com manutenção entre os dias 0 e 7 e entre os 21 e 28. Os grupos de animais diabéticos apresentaram ganho de peso significativamente menor em relação aos animais normais, observada a partir do dia 7 até o final do experimento, pelo gráfico 9 fica claro a queda constante do peso nesse grupo. Os grupos normais que receberam chá das folhas bajuru nas concentrações de 2,5 e 5% apresentaram ganho de peso similar ao grupo controle. Ao comparar os grupos DM controle com DM 2,5% observa-se que os animais diabéticos sem tratamento apresentaram média de peso significativamente inferior a partir do dia 14 (d14:  $p=0,008$ ; d21:  $p=0,000$ , d28:  $p=0,000$ ). Da mesma forma o grupo DM 5% apresentou média de peso significativamente maior do que os DM controle no mesmo período (d14:  $p=0,003$ ; d21:  $p=0,000$ , d28:  $p=0,000$ ). Assim conclui-se que o chá em ambas concentrações impediu a perda de peso nos camundongos diabéticos que receberam tratamento, sem apresentar diferença estatística dependente da concentração ofertada.

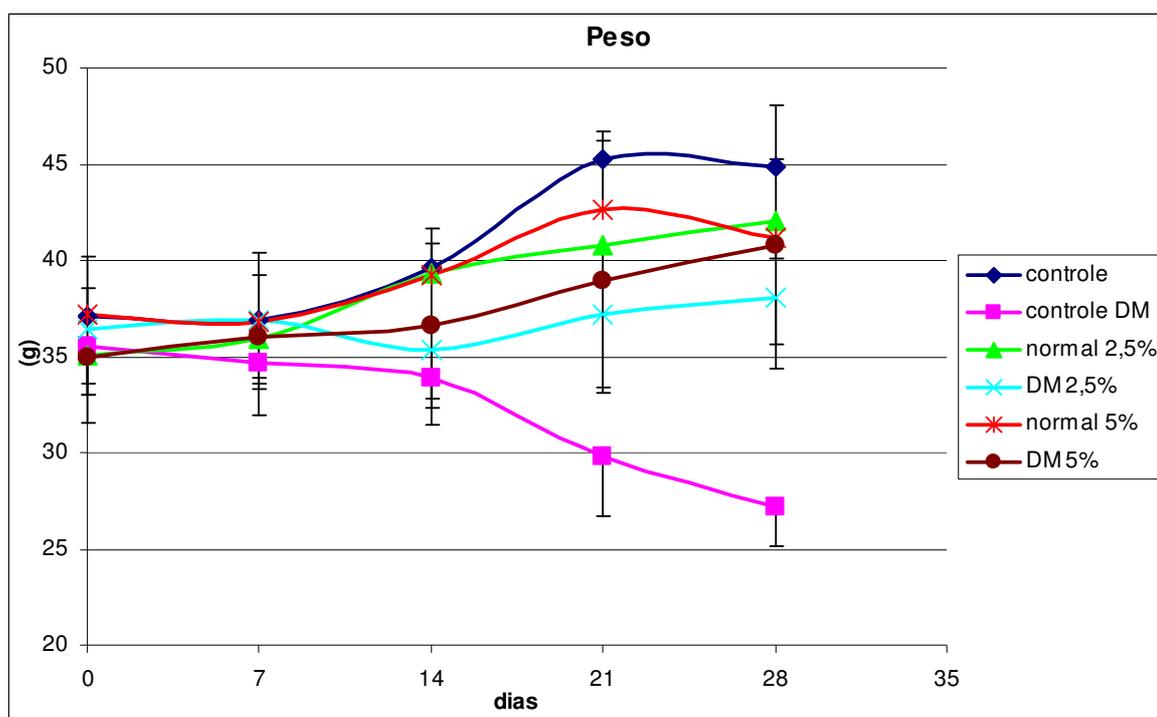
O peso é um parâmetro considerado muito importante na avaliação do diabetes, uma vez que ele reflete o quanto descompensada está a doença, pois o catabolismo das reservas de massa muscular e lipídica se dá de forma intensa diante do descontrole da doença (GOMES, 2004). Neste trabalho o chá de bajuru reduziu o catabolismo e ajudou a controlar a diabetes.

**Tabela 13** - Variação de peso corpóreo durante o experimento

Dias	Controle	Controle DM	Normal 2,5%	DM 2,5%	Normal 5%	DM 5%
0	37,08±5,18 n=9	35,5±2,25 n=8	35,07±2,10 n=7	36,44±4,92 <sup>c</sup> n=6	37,14±3,03 n=9	35,00±7,51 n=8
7	36,86±6,15 n=9	34,63±3,11 n=6	35,91±2,36 n=7	36,87±2,97 n=6	36,82±2,41 n=9	36±5,49 n=7
14	39,63±3,92 n=9	33,9±5,76 n=5	39,34±2,75 n=7	35,3±2,05 <sup>a</sup> n=6	39,25±2,36 n=9	36,63±5,49 <sup>a</sup> n=6
21	45,22±3,65 n=9	29,82±8,94 n=5	40,75±1,66 n=7	37,21±4,06 <sup>a</sup> n=6	42,6±3,58 n=9	38,92±10,06 <sup>a</sup> n=6
28	44,85±3,35 n=9	27,18±6,54 n=5	42±1,86 n=7	38,1±3,92 <sup>a</sup> n=6	41,13±4,13 n=9	40,8±8,15 <sup>a</sup> n=6

\* A letra acima do desvio padrão caracteriza que houve diferença estatística entre os grupos a nível de significância de 0,05%. No caso  $p < 0,05$  apenas na comparação entre o Db2,5% e Db5% com o controle Db.

Em relação ao metabolismo, a manutenção da síntese de glicose por vias alternativas ocorre mesmo com altas concentrações de glicose sanguínea. A entrada dos corpos cetônicos nos adipócitos fica limitada, devido à expressão insuficiente de enzima lipase lipoprotéica (LPL) regulada pela insulina, fazendo com que os mesmos também se acumulem no sangue. A menor atividade da LPL reduz a retirada de LDL (low density lipoprotein) do sangue e estimula a síntese de VLDL (very low density lipoprotein) cursando para a hipertrigliceridemia e possível cetoacidose diabética. Perdurando essa condição o diabético entra em um ritmo insuportável de estímulo das vias catabólicas, ocasionando um quadro de miséria tecidual e por fim morte (DA-POIAN & CARVALHO, 2002), a provável causa da morte dos animais diabéticos controle durante o experimento, descrito na tabela 13.



**Gráfico 9** - Evolução das médias e desvio padrão do peso corpóreo dos grupos nos diferentes tempos do experimento.

### III. Variação da glicemia durante o experimento

Quando se compara a variação de glicemia de jejum entre os camundongos do grupo controle com o controle diabético observa-se uma nítida diferença estatística entre eles durante todo o experimento (d0:  $p=0,003$ ; d7:  $p=0,003$ ; d14:  $p=0,003$ ; d21:  $p=0,003$ ; d28:  $p=0,003$ ) (Tabela 14) comprovando que a aloxana conseguiu provocar e manter o estado de diabetes nos animais (gráfico 10).

Os animais que não sofreram indução foram separados em três grupos e aqueles pertencentes ao grupo controle não receberam nenhum tipo de intervenção durante os 28 dias de estudo, enquanto que os demais grupos normais receberam chá de folhas de bajuru a 2,5% e 5%. Assim a glicemia entre os dias 0 e 21 não variou significativamente entre os três grupos. Já no dia 28 houve um aumento na glicemia do grupo normal 5% em relação ao controle ( $p=0,025$ ). Essa elevação e redução da glicemia em jejum medida nos cinco pontos são inerentes ao metabolismo do animal e não representam alteração grave uma vez que se encontram dentro da faixa normoglicêmica para essa espécie segundo Mitruka & Rawnsley (1977) (62,8-170mg/dl). Assim pode-se afirmar que o chá das folhas de bajuru tanto na concentração de 2,5% quanto na concentração de 5% não causa alteração da glicemia em animais normoglicêmicos.

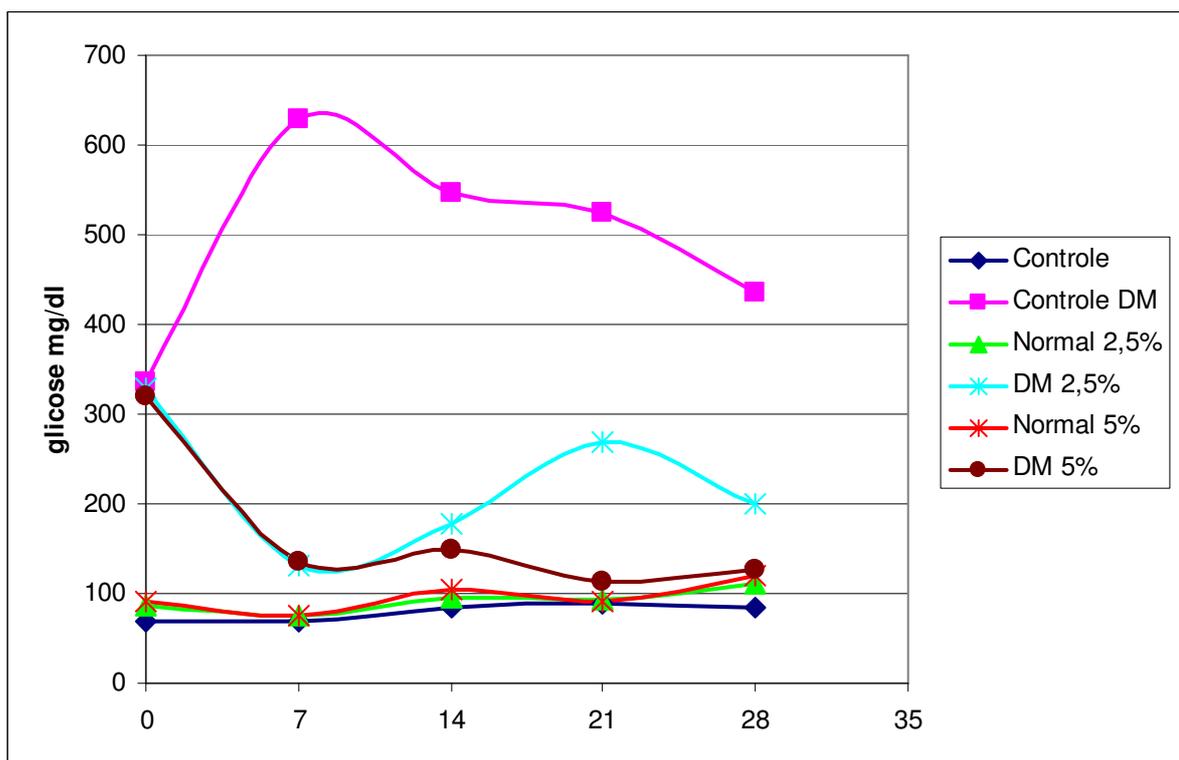
Os animais diabéticos apresentaram glicemia significativamente diferentes a partir do dia 7. Aqueles do grupo DM 2,5% tiveram glicemia estatisticamente mais baixa do que o grupo controle DM (d7:  $p=0,016$ ; d14:  $p=0,028$ ; d21:  $p=0,028$ ; d28:  $p=0,016$ ) (Tabela 14). Pode ser observado através do gráfico 10 que a maior redução da glicemia no grupo diabético que utilizou chá na concentração de 2,5% foi na primeira semana de tratamento chegando a alcançar valores normoglicêmicos (132,00mg/dl). Já entre os dias 7 e 21 houve uma tendência ao aumento da glicose plasmática que foi revertido entre os dias 21 e 28 voltando a concentração similar diagnosticada no dia 14 (178mg/dl). No entanto, entre o início e o final do experimento houve uma variação de 130mg/dl que corresponde a uma redução de 39,39% da glicemia inicial. Da mesma forma a glicemia do grupo dos animais diabéticos que receberam chá na concentração de 5% também foi significativamente menor em comparação com o grupo controle DM no mesmo período (d7:  $p=0,007$ ; d14:  $p=0,018$ ; d21:  $p=0,022$ ; d28:  $p=0,011$ ) (Tabela 14). Pelo gráfico 10 observa-se que a maior redução também ocorreu na primeira semana de tratamento, chegando a 135mg/dl, no entanto diferente do que ocorreu com o grupo DM 2,5%, no grupo DM 5% a variação de glicemia durante todo experimento manteve-se mais estável, com uma diminuição de 193mg/dl (60%) entre o dia 0 e 28 a ponto de não diferir estatisticamente do grupo normal 5% nos dias 7, 14, 21 e 28.

Tem sido descrito na literatura que uma droga é considerada eficaz quando reduz os níveis em pelo menos 15% dos valores iniciais (MARTHA *et al.*, 2000). Assim conclui-se que o chá de bajuru em ambas concentrações foram eficazes na redução da glicemia em animais diabéticos no período de 28 dias, onde o aumento da concentração provocou uma queda maior nos valores glicêmicos, representando maior eficácia.

**Tabela 14-** Variação da mediana e percentil 25 da glicose plasmática em jejum durante o experimento.

Dias	Controle	Controle DB	Normal 2,5%	DB 2,5%	Normal 5%	DB 5%
0	69,5±13,50 n=9	336±120,00 <sup>b</sup> n=8	87,00±11,00 n=7	330,00±127,00 n=6	92,00±15,00 n=9	320,00±127 <sup>e</sup> n=8
7	70±5,50 n=9	630±154,00 <sup>b</sup> n=6	75,00±6,00 n=7	132,00±51,00 <sup>c,d</sup> n=6	75,00±8,00 n=9	135,00±20,50 <sup>c</sup> n=7
14	84±8,25 n=9	547±206,00 <sup>b</sup> n=5	96,00±8,00 n=7	178,00±45,00 <sup>c,d</sup> n=6	105,00±9,00 n=9	148,00±53,50 <sup>c</sup> n=6
21	89,5±7,00 n=9	525±36,00 <sup>b</sup> n=5	94,00±5,00 n=7	270,00±116,00 <sup>c,d</sup> n=6	91,00±2,00 n=9	113,00±10,50 <sup>c</sup> n=6
28	84,5±7,50 n=9	435±4,00 <sup>b</sup> n=5	112,00±14,50 n=7	200,00±23,00 <sup>c,d</sup> n=6	121,00±16,00 <sup>a</sup> n=9	127,00±17,00 <sup>c</sup> n=6

\*As letras acima do percentil dispostas em linhas caracterizam que houve diferença estatística a nível de significância de 0,05%. A letra “a” representa p<0,05 quando comparado ao grupo controle. A letra “b” representa que p<0,05 quando comparado com o grupo controle, normal 2,5% e normal 5%. A letra “c” representa p<0,05 quando comparado com o grupo controle diabético. A letra “d” representa p<0,05 quando comparado com o grupo normal 2,5%. A letra “e” representa p<0,05 quando comparado com normal 5%.



**Gráfico 10** - Evolução da glicose plasmática em jejum dos grupos nos diferentes tempos do experimento.

Enquanto nos grupos controle, normal 2,5% e normal 5% os animais apresentaram-se, ao longo do experimento, em bom estado geral, ativos, com apetite normal, tónus e reflexos conservados e um ganho progressivo de peso e manutenção da ingestão hídrica dentro dos padrões de normalidade para a espécie e em conformidade com outros trabalhos (LERCO *et al*, 2003), o comportamento dos animais do grupo controle diabéticos foi completamente diferente sendo caracterizado por apatia, alterações e queda de pêlos (Anexo 9 e 10), distensão abdominal, odor forte da urina, redução de crescimento ganho de massa corporal (Anexo 11), além de comprometimento acentuado e progressivo do estado geral. Esses quadros foram relatados por Lercó *et al* (2003), Gomes (2004) e Spadella *et al* (2005), em estudos com o diabetes induzido por aloxana ou pela estreptozocina. O estado geral dos animais diabéticos submetidos ao tratamento foi irregular, todos apresentaram ganho de peso, porém em menor proporção que os animais normais, pêlos caíam com maior facilidade porém sem alteração na coloração, não foi observado distensão abdominal e os animais não apresentaram apatia.

A instalação das complicações do diabetes explica a ocorrência de extremidades caudais de difícil cicatrização ou até mesmo necrosada em alguns animais (Anexo 12) principalmente entre os diabéticos do grupo controle (90%), nos grupos com tratamento parte animais apresentaram cicatrização completa (20%) e os demais mostraram cicatrização mais lenta (80%) do que os animais normais, que cicatrizaram a extremidade da cauda em 100% dos animais.

#### IV. Variação do peso e tamanho dos órgãos no dia 28.

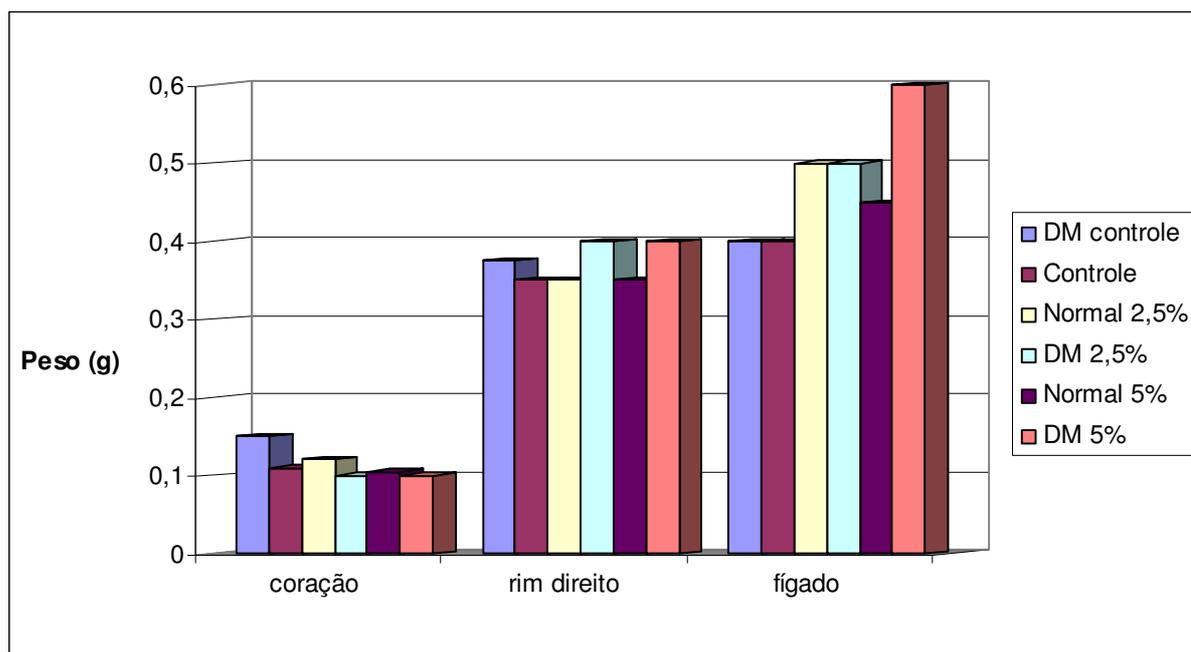
Órgãos como o coração, rins e fígado são vitais para o funcionamento do corpo. Na tabela 15 está descrito a mediana e o percentil 25 para o tamanho e peso desses órgãos,

considerando um nível de significância de 0,05% não foi observada diferença estatística entre os grupos. No gráfico 11 pode ser observado que o DM controle foi aquele grupo que apresentou o coração com maior peso (0,15g), porém sem relevância estatística na comparação com os demais grupos. A variação total no peso do rim direito entre os grupos também foi insignificante, apenas de 0,05g. Em relação ao peso do a variação total entre os grupos foi somente de 0,2g caracterizando irrelevante estatística.

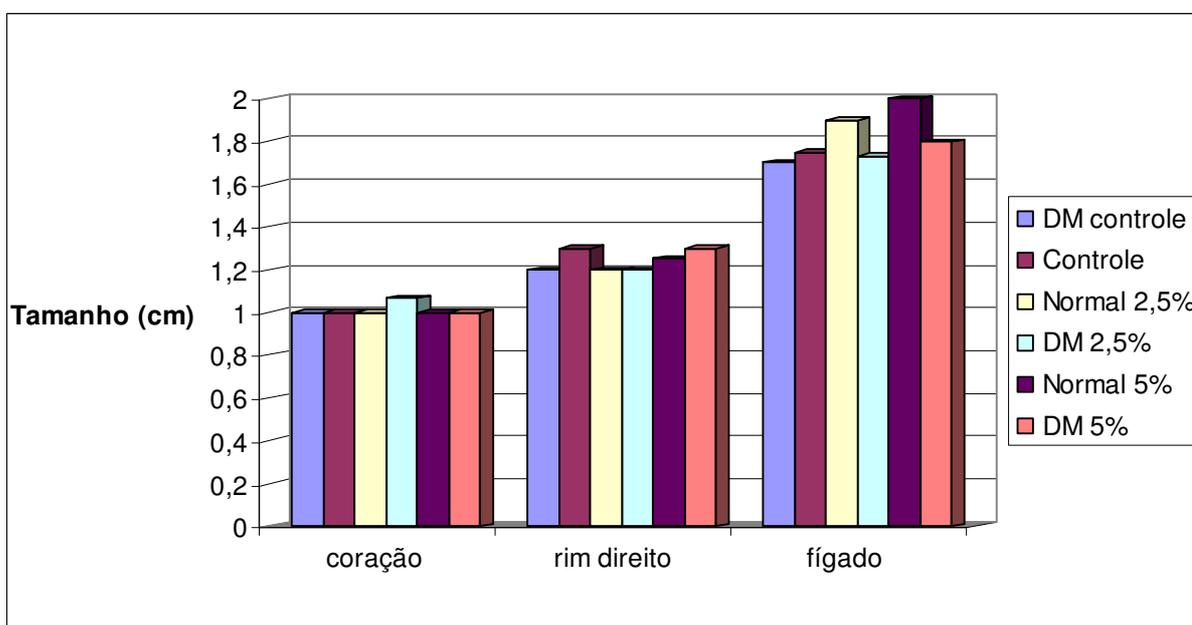
**Tabela 15** – Mediana e percentil 25 do peso e tamanho dos órgãos.

Grupos experimentais	Coração peso (g)	Coração tamanho (cm)	Rim direito peso (g)	Rim direito Tamanho (cm)	fígado peso (g)	fígado tamanho (cm)
DM controle	0,15±0,05	1,00±0,07	0,37±0,02	1,20±0,07	0,40±0,00	1,7±0,00
Controle	0,11±0,01	1,00±0,00	0,35±0,06	1,30±0,10	0,40±0,02	1,75±0,07
Normal 2,5%	0,12±0,02	1,00±0,00	0,35±0,00	1,20±0,00	0,50±0,10	1,90±0,30
DM 2,5%	0,10±0,00	1,07±0,03	0,40±0,00	1,20±0,00	0,50±0,05	1,73±0,03
Normal 5%	0,10±0,01	1,00±0,00	0,35±0,05	1,25±0,05	0,45±0,05	1,95±0,08
DM 5%	0,10±0,00	1,00±0,00	0,40±0,04	1,30±0,15	0,60±0,05	1,80±0,01

\* Não foi observada diferença estatística entre os grupos experimentais.



**Gráfico 11** - Mediana do peso do coração, rim direito e fígado entre os grupos do experimento.



**Gráfico 12** - Mediana para o tamanho do coração, rim direito e fígado entre os grupos do experimento.

Na tabela 15 e gráfico 12 encontram-se a mediana e o percentil para o tamanho do coração, rim direito e fígado entre os grupos. O único grupo que apresentou alteração no tamanho do coração foi o DM 5%, com diferença irrelevante de apenas 0,07cm. O tamanho do rim direito variou em apenas 0,10cm entre o maior e o menor. Em relação ao tamanho do fígado, o grupo que apresentou menor tamanho foi o grupo DM controle (1,70cm) o que não acarretou diferença estatística entre os grupos considerando  $p < 0,05\%$ . Logo, nem o estado de diabetes nem o uso do chá provocaram alteração nos pesos e tamanhos dos órgãos analisados.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho proporcionou maior conhecimento sobre o valor nutricional das folhas, frutos e sementes do bajuru contribuindo para sua inserção na dieta tradicional e abrindo caminho para novos estudos com vista à formulação de produtos a base de bajuru.

O teor de umidade e cinzas nas folhas desidratadas foram condizentes com a legislação vigente para a comercialização de plantas medicinais, além de serem ricas em minerais como o cálcio, magnésio, ferro, manganês, cromo e selênio. Esta fração também apresentou alta concentração de fibra alimentar total, com maior proporção de fibras solúveis, baixa concentração de lipídios totais e teor de proteínas semelhantes a demais plantas medicinais, porém com perfil de aminoácidos não relevante. Entretanto as folhas *in natura* revelaram-se inadequadas para a utilização visto o alto grau de contaminação encontrado, que só foi eliminado quando as mesmas sofreram lavagem, desidratação e aplicação de metabissulfito.

Os frutos apresentam características de pH, sólidos solúveis totais e acidez que possibilitam tanto a sua comercialização *in natura* quanto industrializada.

Sua polpa revelou teor de umidade, cinzas e proteínas equivalentes à encontrada em frutas *in natura* em geral, com concentração de açúcares não redutores superior aos redutores. Também foi observado alto conteúdo de minerais importantes como o ferro, cálcio e outros antioxidantes como cromo, cobre e selênio. Porém não deve ser considerada com fonte de aminoácidos e ácidos graxos.

As sementes revelaram baixo conteúdo de umidade e alto de lipídios, características ideais, pois facilitam o processo de extração do óleo. Ainda contêm quantidades importantes de minerais como cromo, selênio e cobre, no entanto, não deve ser considerada com fonte de proteínas e aminoácidos.

A gordura da amêndoa da semente de bajuru apresentou perfil interessante de ácidos graxos, consistência semilíquida à temperatura ambiente, índices de qualidade e identidade que apontam para sua utilização na indústria alimentícia. Além de conteúdo de gordura sólida ser compatível com o emprego na produção de diversos tipos de alimentos.

No período de 28 dias o chá das folhas de bajuru nas concentrações de 2,5% e 5% levaram a redução significativa nos valores glicêmicos de camundongos diabéticos com maior eficácia na maior concentração do chá, sem apresentar efeitos hipoglicêmicos em camundongos normais. O chá de bajuru também preveniu o aparecimento de complicações como alteração de pelagem e déficit de crescimento, melhorou o processo de cicatrização de feridas e levou a uma menor perda de peso contribuindo na melhoria do estado geral dos animais, comprovando o que afirma o conhecimento popular quanto a sua utilização no tratamento do Diabetes Mellitus.

No mais são necessárias pesquisas que avaliem a biodisponibilidade dos minerais nas folhas, polpa e semente do bajuru. Além de desvendar o ácido graxo não identificado na gordura da semente de bajuru.

Quanto ao fruto propõem-se trabalhos que visem desenvolver produtos manufaturados a partir da polpa do bajuru de modo a incentivar a economia local. Já quanto a gordura da amêndoa, devido as boas características encontradas sugere-se estudos mais aprofundados sobre seu comportamento para possível aplicação na formulação de produtos pertencentes à indústria de óleos e gorduras.

Faz-se necessário também estudos futuros que revelem o princípio ativo responsável pela alteração na glicemia plasmática de camundongos diabéticos, ensaio biológico por um período maior para avaliar a manutenção dos efeitos hipoglicemiantes e avaliação toxicológica das folhas para a evolução dos trabalhos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADA - AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. **Total prevalence of diabetes & pre-diabetes**. Disponível em <http://www.diabetes.org/diabetes-statistics/prevalence.jsp> Acessado em 30 de maio de 2009.
- ADA - AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Economic costs of diabetes in the U.S. in 2007. **Diabetes Care**, Washington 31:1-20, 2008.
- AGUIAR, J. P. L. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazônica**. Manaus, v 26, n.1/2, p.121-126, 1996.
- AKOH, C.C. Fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 3, p. 47-53, 1998.
- ALARCON-AGUILAR, F.J.; ROMAN-RAMOS, R.; FLORES-SAENZ, J.L.; AGUIRRE-GARCIA, F. Investigation on the hypoglycaemic effects of extracts of four Mexican medicinal plants in normal and alloxan-diabetic mice. **Phytotherapy Research**, Londres v.16, p. 383-386, 2002.
- AL-HABORI, M.E.; RAMAN, A. Antidiabetic and Hypocholesterolaemic Effects of Fenugreek. **Phytotherapy Research**, Londres, n.12, p.233-242, 1998.
- ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. F. G.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. C.; MORAIS, N. M. T. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.94-97, 2002.
- ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. F. G.; SOUSA, P. H. M.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. C. Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.21, n.2, p.343-350, 2003.
- ALVES, R.E. Características das frutas para exportação. In: NETTO, A.G.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.G.; BLEINROTH, E.W.; FREIRE, F.C.O.; MENEZES, J.B.; BORDINI, M.R.; SOBRINHO, R.B.; ALVES, R.E. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. MAARA/SDR – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1996, 30p. (EMBRAPA – SP, Publicações Técnicas Frupex, 21).
- ALVES, R. E.; FILGUEIRA, H. A. C.; MOURA, C. F. H. (Eds.). **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. cap. 12, p. 44-45. (Série Frutas Tropicais).
- ALVES, S. P.; TERUSZKIN, B. I.; HENRIQUES, N. S.; CASTILHO, R.O.; KAPLAN, M.A.C.; *et. al.* Chrysobalanus *icaco* L. extract for antiangiogenic Potential observation. **International Journal of Molecular Medicine**. Greece. v. 5, 667-669, 2000. ANDERSEN, O & ANDERSEN, V. U. **As frutas silvestres brasileiras**. 2ed. Rio de Janeiro: Globo Rural, 1988, 203p.
- ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, A. S. N. Caracterização física e química dos frutos de araçá-pera *Psidium acutangulum* D.C. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n.2-3, p.213-217, 1993.
- ANDRADE, R. A.; LEMOS, E. G. M.; MARTINS, A. B. G.; PAULA, R. C.; JUNIOR, J. L. P. Caracterização morfológica e química de frutos de rambutan **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p.958-963, 2008.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 15th ed. Washington v.2, 1990, 1.278p.
- AOCS - AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society**. 4 ed. Champaign: AOCS, 1990.

- AOCS- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**, AOCS Press: Champaign, 2004.
- ARAUJO, D.S.D. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In: U. Seeliger (coord.). **Coastal plant communities of Latin America**. New York, Academic Press, 1992, 392p.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3 ed., Viçosa: Ed. UFV, 2006, 478p.
- ARAÚJO A.L.A.; OHARA, M.T. Qualidade microbiológica de drogas vegetais comercializadas em feira de São Paulo e de infusos derivados. **Brazilian Journal Pharmaceutical Science**, São Paulo, v. 36 p. 129-137, 2000.
- ARIAS, T.D. **Glosario de medicamentos: desarrollo, evaluación y uso**. Washington: Organización Panamericana de La Salud/Organización Mundial de La Salud, 1999
- ARRUDA, RJS & NOLASCO, F. **Pomar matriz**. Brasília. EMBRATER, 1986.
- AZIZAH, A.H. & LUAN, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**. Malaysia, p. 15-19, jan., 2000.
- BARBOSA-FILHO, J.M. *e. al.*. Plants and their active constituents from South, Central, and North América with hypoglycemic activity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 15, n.4, p. 392-41, 2005.
- BARCELÓ A., AEDO C., RAJPATHAK S., ROBLES S. **The cost of diabetes in Latin America and the Caribbean**. Bull World Health Organization. 81. 2003
- BARNES, H. E. **Historia de la economía del mundo occidental**. México: Unión Topográfica Editorial Hispano Americana, 1955.
- BAUMANN, F C; BOIZARD-CALLAIS, F; LABAT-ROBERT, J. Trehalase activity in genetically diabetic mice (serum, kidney, and liver). **Journal of Medical Genetics**, London, v.18, n. 6, p. 418-423, 1981.
- BEJOSANO, F.P.; CORKE, H. Protein quality evaluation of Amaranthus whole meal flours and protein concentrates. **Journal of Science Food Agricultural**, Great Britain, v. 76, n. 1, p. 100-106, 1998.
- BERNE, R. M.; GENUTH, S. M. **Fisiologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 190.
- BERNARDES-SILVA, A.P.F.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos** Campinas, 23(Supl), p.116-120, 2003.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. Ottawa, v. 37, n.8, p.911-917, 1959.
- BRASIL. Resolução - RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **D.O.U. - Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2003. Seção 1.
- BRASIL. ANVISA. Resolução RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". **D.O.U. - Diário Oficial da União**; poder executivo, de 23 de set. de 2005(b).
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos Regionais Brasileiros**. Ministério da Saúde, Secretaria de Política de Saúde, Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição- 1º Ed. Brasília, M. S., 2002.
- BRASIL –Ministério da Saúde. Análise da Estratégia global para alimentação, atividade física e saúde da Organização Mundial de Saúde. **Epidemiologia e serviços de saúde**. Revista do Sistema Único de Saúde do Brasil. Brasília, v. 14, n. 1 jan/mar de 2005(a).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Boas Práticas Agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Brasília: MAPA/SDC, 2006.48 p. – (Plantas Mediciniais & Orientações Gerais para o Cultivo- I).

BRASIL. Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo. **Programa novos pólos de exportação** - diagnóstico setorial: frutas, polpas e sucos. Brasília: [s.n.], 1998.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária, 1992, 365 p.

BRANSOME, E. D. Financing the care of diabetes mellitus in the U.S. **Diabetes Care**, Washington, v. 15, p. 1-5, 1992.

BRECHEZ, F. A. S.; PENTEADO P. Restinga: um ambiente bastante complexo. Disponível em [http://www.ib.usp.br/ecosteiros/textos\\_educ/restinga/index.htm](http://www.ib.usp.br/ecosteiros/textos_educ/restinga/index.htm). Acessado em 23 de outubro 2007.

BUDEL, J.M.; DUARTE, M.R.; SANTOS, C.A.M. Parâmetros para análise de carqueja: comparação entre quatro espécies de *Baccharis* spp. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 14, n. 1, jan.-jun. 2004.

BUGNO, A.; BUZZO, A. A1; NAKAMURA, C. T. Avaliação da contaminação microbiana em drogas vegetais. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 41, n. 4, P.491-497, 2005.

CALIXTO J. B. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). **Brazilian Journal of Medical Biological Research**. Ribeirão Preto, v.33, n.2, p. 179-189, 2000.

CAMENON-SMITH, D.; HABITO, R.; BARNETT, M.; COLLIER, G. Dietary gura gum improves insulin sensitivity in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Nutrition**, Australia[s.1], v.127, p. 359-365, 1997.

CAPASSO, R.; IZZO, A.A.; PINTO, L.; BIFULCO, T.; VITOBELLO, C.; MASCOLO, N.; Phytotherapy and quality of herbal medicines. **Fitoterapia**, Netherlands v. 71, S58-S65, 2000.

CARVALHO, A.C.B.; DINIZ, M.F.F.M.; MUKHERJEE, R. Estudos da atividade antidiabética de algumas plantas de uso popular contra o diabetes no Brasil **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.86, n.1, p. 11-16, 2005.

CARVALHO, J. E. U & MULLER, C. H. Caracterização física de frutos selecionados de bacurizeiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2005, Cabo Frio. **Resumos...** Cabo Frio. Sociedade Brasileira de Fruticultura, p.379, 2005.

CASTILHO, R. O.; SOUZA, L.; GUIMARÃES, U. P. A survey chemistry and biological activities of Chrysobalanaceae. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, v. 72., n. 2, p.292-293, 2000.

CASTRO, H. F; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C. Modificação de óleos e gorduras por biotransformação **Química Nova**, São Paulo, v.7, n.1, p. 146-156, 2004.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2003. 2ªed. rev. Editora UNICAMP, Campinas, SP.

CHAVES, J.B.P. **Noções de microbiologia e conservação de alimentos**. Viçosa: UFV, 1993. 113p.

CHAVEZ, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H., Caracterização físico-química do suco da acerola, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v 4, n 2, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHIU, M. C., GIOIELLI, L. A. Propriedades físico-químicas das misturas de gordura abdominal de frango, suas estearinas e gordura de toucinho. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 36, supl.1, p. 41, 2000.

CHIU, M. C. & GIOIELLI, L. A. Conteúdo de gordura sólida da gordura abdominal de frango, de Suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 151-157, 2002.

CODEX – STAN 210 (Amended 2003). **Codex Standard for Named Vegetable oils**. Disponível em <http://www.codex.com.br>. Acessado em: 01 de julho de 2009.

COSTA, W. S. ; FILHO, J. S.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; QUEIROZ, A. J. M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.2, p.141-147, 2004.

CUPPARI, L. **Guia de nutrição: Nutrição clínica no adulto**. 1 ed., São Paulo: Ed. Manole, 2002. 406p.

D'AGOSTINI, D. **Obtenção de lipídios estruturados por interesterificação de triacilgliceróis de cadeia média**. 2001. 185p. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DAHLGREN, R.M.T. A revised system of classification of the angiosperms. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.80, n.2, p.91-124, 1980.

DA-POIAN, A. T.;CARVALHO-ALVES, P. C. A. **Hormônio e metabolismo: Integração e correlações clínicas**. 1ºed. São Paulo: Atheneu, 2002, 353p.

DEMAN, J.M., DEMAN, L., BLACKMAN, B. Melting point determination of fat products. **Journal of the American Oil Chemists' Society Heidelberg.**, v.60, n.1, p. 91-94, 1983.

DEMAN, J.M., BEERS, A.M. - Fat crystal networks: structure and rheological properties. **Journal of Texture Studies**, Westport, v.18, n.4, p.303-318, 1988.

NAWAR, W.W. – **Lipids**. In: FENNEMA, O.R., ed. – Food Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Marcel Dekker, 1985. p.139-244.

DERIVI, S.C.; MENDEZ, M.H.M; FRANCISCONI, A.D.; SILVA, C.S.; CASTRO, A.F.; LUZ, D.P. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*,L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n. 2, p. 164-69, 2002.

DEVIENNE, K.F.; RADDI, M. S. G.; POZETTI, G. L. Das plantas aos fitofármacos. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Botucatu, v.6, n.3, p.11-14, 2004.

DIAS, R. C. S. **A cadeia produtiva do melão no Nordeste**. [s.l.]: Embrapa, 1997. Mimeo.

DI STASI, L. C. **Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia do estudo interdisciplinar**. Ed. Unesp, São Paulo, 1996, 230p.

DONADIO, L. C. Principais Frutas exóticas. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. Espírito Santo, 2008.

DONADIO, L.C., NACHTIGAL, J.C., SACRAMENTO, C.K. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 279p.

DUNN, J.S.; MC LETCHIE, N.G.B. Experimental alloxan diabetes in the rat. **Lancet**, New York v.2, p. 384-387, 1942.

IBRAF.**Principais frutas comercializadas no mundo em 2005**. Disponível em <http://www.ibraf.org.br>. Acessado em 05 de novembro de 2009.

ECKEL, R.H.; BONA, S.; LICHTENSTEIN, A.H., YIN-PIAZZA, S.Y. Understanding the complexity of trans acid reduction in the American diet. American Heart Association Trans Fat Conference 2006. Report of trans fatty conference planning group. **Circulation**. United States, v.115, p. 2231-46, 2007.

EMBRAPA. **Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a Produção de Biodiesel**, por: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão. Embrapa Algodão, Documentos, 177, Campina Grande, 2007, 53p.

EVANS GW, BOWMAN TD. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. **Journal of Inorganic Biochemistry**; v.46, n.4, p.243-50, 1992.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 4.ed. Parte II. São Paulo: Atheneu, 2000.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Energy and Protein Requeriments**. Report of a Joint FAO/WHO/UNU. Expert Consultation. Technical Reports Series 724. Geneva: WHO, 1985, p.65.

FERREIRA-MACHADO, S. C.; RODRIGUES, M. P. ; NUNES, A. P. M. ; *et al.*, Genotoxic potentiality of aqueous extract prepared from *Chrysobalanus icaco* L. leaves. **Toxicology Letters**, Netherlands, v.151, p. 481-487, 2004.

FERNANDES, J.; CASTILHO, R.O.; DA COSTA, M.R.; WAGNER- SOUZA, K.; KAPLAN, M.A.C. AND GATTASS, C.R.. Pentacyclic triterpenes from Chrysobalanaceae species: cytotoxicity on multidrug resistant and sensitive leukemia cell lines. **Cancer Letters**, Irlanda, v. 190, p.165- 169, 2003.

FRANCIS, J. *Chrysobalanus icaco* L. **coco-plum**. Forest Service of United States Department of Agriculture. (USDA), 2003. Acessado em 25 de maio de 2008. Disponível em <http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/chrysobalanus%20icaco20L.pdf>.

FRANCO, B.D.G.M & LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Ed. Atheneu, 1996. 182p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. 307p.

FRANÇA, L. F.; REBER, G.; MEIRELES, M. A. A.; MACHADO, N. T.; BRUNNER, G. Supercritical extraction of carotenoids and lipids from buriti (*Mauritia flexuosa*), a fruit from the Amazon region. **Journal of Supercritical Fluids**. EUA, v. 14, p. 247-256, 1999.

FREITAS, S. P., FREITAS-SILVA, O.; MIRANDA, I. C.; COELHO, M. A. Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-Brasil com etanol. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27(supl.), p. 14-17, 2007.

GALVÃO, L.P. Novos ingredientes funcionais e seus benefícios para a saúde do século XXI. **Food Ingredients**. São Paulo, n. 9, p. 21, nov./dez., 2000.

GAMA, M. P. R. Do milagre canadense do século XX às esperanças de cura do século XXI (Editorial). **Endocrinologia & Diabetes Clínica e Experimental**, Curitiba, n 2, v 2, p 3-5, 2002.

GATTASS, C. R. *et al.* Pentacyclic triterpenes from Chrysobalanaceae species: cytotoxicity on multidrug resistant and sensitive leukemia cell lines. **Cancer Letters**, Irlanda, v. 190, p.165-169, 2003.

GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de frutíferas nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTÍFERAS NATIVAS, 1, 1992, Cruz das Almas-BA, **Anais...**, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 1993, p. 13-27.

GODOY, A. M. P. **Produção de interesterificados de óleo de palma e palmiste para aplicação industrial**. 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 1999.

GODOY, P. **Pâncreas Endócrino**. In: BOGLIOLO, L. *Patologia*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 1004-1008, 2000.

GOMES, A. P.F. **Avaliação de ratos diabéticos alimentados com sopa adicionada de goma guar**. 2004. 81p. Dissertação (Mestrado e Ciências). Instituto de Tecnologia de Alimentos Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

GOMES, P.M. A., FIGUEIRÊDO, R.M.F., QUEIROZ, A.J. de M. Caracterização e isoterma de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.2, p.157-165, 2002.

- GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; MEDEIROS, B. G. S.; RIBEIRO, C. F. A. *et al* Determinação de características físico-químicas da goiaba: goiabeiras adubadas no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.1, p.35-38, 2004.
- GRIMALDI, R. **Alternativas tecnológicas para a produção de gorduras especiais**. 1999. 184p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 1999.
- GROVER J. K, YADAV S., VATS V. Medicinal plants of India with antidiabetic potential. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 81, n.1, p. 81-100. 2002
- GUERRA, N. B.; DAVID, P. R. B. S.; MELO, D. D.; 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**, Campinas, v.17, n.1, p.45-52, jan./mar., 2004.
- HABER, E. P.; CURI, R.; CARVALHO, C. R.O.; CARPINELLI, A. R. Secreção da insulina: efeito autócrino da insulina e modulação por ácidos graxos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, Botucatu, v. 45, n. 3, 2001.
- HAYDEN JM, REAVEN PD. Cardiovascular disease in diabetes mellitus type 2: a potential role for novel cardiovascular risk factors. **Current Opinion in Lipidology**, London, v.11, p. 519-28, 2000.
- HOU, C. C.; LIN, S. J.; CHENG, J. T.; HSU, F. L. Antidiabetic dimeric guianolides and a lignan glycoside from *Lactuca indica*. **Journal of Natural Products**, United States, v. 66, p. 625-629, 2003.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed., 1º Ed. Digital, v.1, São Paulo – SP, 2008, 1020p..
- IICA. **Simpósio internacional sobre plantas de intereses economico de la flora Amazônica**. Informes de referencias cursos y reuniones. Editora: Biblioteca Orton IICA/CATIE Belém, 1976, 292p.
- ISLAS-ANDRADE, S.; MONSALVE, M.C.R.; DE LA PENÃ, J. *Et al*. Streptozotocin and alloxan in experimental diabetes: Comparison of the two models in rats. **Acta Histochemistry Citochemistry**, Japan, v.33, n. 3, p. 201-208, 2000.
- IM WALDE, S.S.; DOHLE, C.; SCHOTT-OHLY, P.; GLEICHMANN,H. Molecular target structures in alloxan-induced diabetes in mice. **Life Sciences**, v.71, n.14 p. 1681- 1694, 2002.
- IOM - INSTITUTE OF MEDICINE/ FOOD AND NUTRITION BOARD. **Dietary reference intake for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washington, national Academy Press, 1997. 432p.
- IOM - INSTITUTE OF MEDICINE/ FOOD AND NUTRITION BOARD. **Dietary reference intake for vitamin A, vitamin K, arsenic, born, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washington, National Academy Press, 2001. 650p.
- IOM - INSTITUTE OF MEDICINE/ FOOD AND NUTRITION BOARD. **Dietary reference intake for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington, National Academy Press, 2000.529p.
- JARDIM, M. A. G.; SILVA, J. C.Ç COSTA-NETO, S. V. Popular fitoterapy and secondary metabolits in vegetable species of Algodoal Island country of Maracanã, Pará State, Brazil-preliminary results. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 86, n. 3., p. 117-118, 2005.
- JOSEPH, J. D., & ACKMAN, R. G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, United States, v.75, p. 488–506, 1992.

JÖRNS, A.; TIEDGE, M.; LENZEN, S.; MUNDAY, R. Effect of superoxide dismutase, catalase, chelating agents, and free radical scavengers on the toxicity of alloxan to isolated pancreatic islets in vitro. **Free Radical Biologic & Medicine**, Indianapolis, v.26, n.9-10, p.1300-1304, 1999.

KART, A.; CHAUDHARY, B. K.; BANDYOPADHYAY, N. G. Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 84, p. 105-108, 2003.

KING, H.; AUBERT, R.E. E GERMAN, W. H. Global Burden of Diabetes, 1995-2025. **Diabetes Care**, Washington, n..21, p. 1414-1431, 1998.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p. 846-857, out.-dez. 2008.

KIPP, B.; BELITZ, H.D.; SEILMEIER, W.; WIESER, H. Comparative studies of high Mr. Subunits of rye and wheat. Isolation and biochemical characterization and effects on gluten extensibility. **Journal of Cereal Science**, London, v. 23, n. 3, p. 227-234, 1996.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos e algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, 2005.

KRUEL, V. S. F.; PEIXOTO, A. L. Etnobotânica na reserva extrativista marinha de Arraial do Cabo, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. Porto Alegre, v.18, n. 1,p. 177-190, 2004

LAMBA, S. S.; BUCH, K.Y.; LEWIS, H.; LAMBA, H. J. Phytochemicals as potential hypoglycemic agents. **Studies in Natural Products Chemistry**, v. 21, p. 457- 495, 2000.

LAPA, A.J.; SOUCCAR, C.; LIMA-LANDMAN, M.T.R.; GODINHO, R.O.; NOGUEIRA T.C.M.L. (2004) Farmacologia e toxicologia de produtos naturais. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA and Petrovick PR (org) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5th ed. Universidade/UFRGS and ed. Da UFSC, Porto Alegre/Florianópolis, p. 247-262.

LEANDRO, R. C.; MURTA, G. C.; YUYAMA, K. Produção de mudas de Castanha de cutia (*Couepia edulis* Prance) utilizando Ácido Naftaleno Acético (ANA). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 87-89, 2007.

LERCO, M.M; SPADELA, C.T.; MACHADO, J.L.M.; SCHELLINI, S.S.; PADOVANI, C.R. Caracterização de um modelo experimental da diabetes mellitus induzido pela aloxana: estudo clínico laboratorial. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n,2, p132-142, 2003.

LI, W. L.; ZHENG, H. C.; BUKURU, J.; De KIMPE, N. Natural medicines used in the traditional chinese medical system for therapy of diabetes mellitus. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 92, p. 1-21, 2004.

LIDA, H. M. D. N. & ALI, A. R.M. Physicochemical characteristics of palm-based oil blends for the production of the reduced fat spreads. **Journal of American Oil Chemist's Society**, Champaign, v. 75, n. 11, p.1625-1631, 1998.

LIMA, E. D. P., LIMA, C. A. A.; ALDIRGUE, M. L.; GODIN, J. S. Caracterização físico-química dos frutos da umbú-cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estágios de maturação da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 338-343, 2002.

LIRA JUNIOR, J.S. de; MUSSER, R. dos S.; MELO, E. de A.; MACIEL, M.I.S.; LEDERMAN, I.E.; SANTOS, V.F. dos. Caracterização física e físicoquímica de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4 p. 753-761, 2005.

LIU, Q; SIGH, S; GREEN, A.; High-oleic and high-stearic cottonseed oils: nutritionally improved cooking oils developed using gene silencing. **Journal of the American College of Nutrition**., Clearwater, v.21, p.205S-11S, 2002.

- LOPES, M. F. G.; ALMEIDA, M. M. B.; NOGUEIRA, C. M. D.; MORAIS, N. M. T.; MAGALHÃES, C. E. C. Estudo mineral de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 12, supl., p. 115-116, 2002.
- LÓPEZ, C. A. A. Considerações gerais sobre plantas medicinais. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v.1, n.1, p.:19-27, 2006.
- LORENZETTI, H. **Anais brasileiros**. Ed. Platarum Ltda, 1<sup>o</sup>ed, 1992.
- LORENZI, H. *et al.* **Plantas medicinais no Brasil** – nativas e exóticas, Nova Odessa - São Paulo: Plantarum, 2002.
- LUKENS, F. D. W. Alloxan diabetes. **Physiological Review**, Stanford v. 28, p.304-330, 1948.
- MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Ceres**, Viçosa, v.53, n.308, p.463-470, 2006.
- MACHADO, J.L.M.; MACEDO, A.R.; SILVA, M.D.; SPADELA, C.T.; MONTENEGRO, M.R.G. Caracterização de um modelo experimental de neuropatia em ratos diabéticos induzidas pela aloxana. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v.15, n.2, 2000.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. 11<sup>a</sup>Ed. Roca LTDA, 2005.
- MANTOVANI, W. **Ecosystemas: Restinga**. Disponível em <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/ecossist/restinga/apresent.htm>. Acessado em 23 de outubro de 2007.
- MARLES, R. J, FARNSWORTH N. R. Antidiabetic plants and their active constituents. **Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology**. Kusterdingen, v. 2, p.137-89. 1995.
- MARTHA RCD, POUBEL J, FERREIRA LCL, *et al* Costa PRC, Roland IA. Atividade hipoglicêmica de *Averrhoa carambola* L. usada em Manaus como antidiabético. **NewsLab** São Paulo, n.. 38, p 142-148, 2000.
- MATOS, F. J. A. **Plantas da medicina popular do nordeste**. UFC edições, 1999.
- MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. 2. ed., Fortaleza: IU/UFC, p. 346, 2000.
- MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; RIBEIRO, D. E. qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 263-266, 2002.
- MAZAFFARIAN, D.; KATAN, M.B., ASCHIERO, A.; STAMPFER, M.J.; WILLETT. Trans fatty acids and cardiovascular disease. **The New England Journal of Medicine**, Massachusetts, v.354, p.1601-13, 2006.
- MELO, M.L.P.; MAIA, G.A.; SILVA, A.P.V.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 18 n. 2, p.184-187 1998.
- MENSINK, R.P; KATAN, M.B. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. **The New England Journal of Medicine**, Massachussets, v.323, p.439-45, 1990.
- MITRUKA, B.M. & RAWNSLEY, H.M. **Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals**. New York: Masson Publishing, 1977.
- MONTANARI, C.A. Planejamento racional de fármacos baseado em produtos naturais. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 105-111, 2001.
- MONTERIO, J. M.; ALBUQUERQUE V. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM L. C. Tannins: from chemistry to ecology. **Química Nova**, São Paulo, v. 28. n 5, sep/out 2005.

- MORAES, R.M.; DELITTI, W.B.C.; STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. Litter fall and litter nureant content two Brazilian tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.1, p. 09-16, 1999.
- MORETTO, E. & FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. 1 ed., São Paulo: Ed. Varela, 1998, 149p.
- MORGANO, M.A.; SERAFIM, F.G.; FERREIRA, M.M.C.; PAULUCI, L.F.; SILVA, M.G.; MANTOVANI, M.B. **Caracterização mineral de diferentes nozes**. Disponível em: <<http://pcserver.iqm.unicamp.br/~marcia/Puban11.pdf>>. Acesso em: 17 de setembro de 2009.
- \_\_\_\_\_. **Nossas frutas**. Revista Nosso Pará on line. Ano II,ed. 7, set 1998. Disponível em <http://www.revistanossopara.com.br>. Acessado em 23 de agosto de 2007.
- NASCIMENTO, V. E. ; MARTINS, A. B. G.; HOJO, R. H. Caracterização física e química de frutos de mamey. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 953-957, Dezembro 2008.
- NAWAR, W.W. – **Lipids**. In: FENNEMA, O.R., ed. – Food Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Marcel Dekker, 1985. p.139-244.
- NEGRI, G. Diabetes melito: plantas e princípios ativos naturais hipoglicemiantes **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 2, abr./jun., 2005.
- NELSON, A. L. **Higher fiber ingredients**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Eagan Press handbook series, 2001, 97p.
- NEPA-UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos-TACO**, versão II, 2<sup>a</sup>ed., Campinas-SP: NEPA-UNICAMP, 2006.
- NOGUEIRA, L. Mais conforto e eficiência. **Pesquisa FAPESP – Ciência e Tecnologia no Brasil**, v. 89, p. 78- 79, 2003.
- OILSEEDS: **World Markets and Trade**. Washington: USDA, Dec. 2007.
- OLIVEIRA CSLD; FILHO, WDL. AIDS e Diabetes Mellitus Versus Justiça Distributiva no Sistema Público de Saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v.57, p. 750-753, 2004.
- OSAWA, C.C.; GONÇALVES, L.A.G.; RAGAZZI, S. Titulação potenciométrica aplicada na determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras comestíveis. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.3, p 593-599, 2006.
- PARAISO, P. R.; ANDRADE, C. M. G.; ZEMP, R. J. Destilação da Miscela II: Modelagem do *Stripping* do Hexano, **Ciência & Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 37-44, 2005.
- PRANCE, G.T. The taxonomy and phytogeography of the Chrysobalanaceae of the Atlantic coastal forest of Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, n.2, p.19-39, 1979.
- PEREIRA, N. A. Plant as hypogycemic agents. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 49, n.5/6, p.354-358, set/dec, 1997.
- PEREZ GUTIÉRREZ, R. M. **Compuestos aislados de plantas com actividad antiinflamatoria, antiviral e hipoglicemiante**. México: Instituto Politécnico Nacional, 2002. p. 139-185.
- PERSUAD, S. J.; AL-MAJED H.; RAMAN A E JONES, P. M. Gymnema sylvestry stimulates insulin release in vitro by increased membrane permeability. **Journal of Endocrinology**, Bristol, n.163, p. 207-212, 1999.
- PHILIPPI, S.T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. São Paulo: Coronraio, 2002.
- PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos.**Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.
- PRESTA, G. A.; PEREIRA, N. A. Activity of abejeru (*Chrysobalanus icaco* lin chrysobalanacea) in experimental study of hypogycemiant plants. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de janeiro, n. 68 p.91-101,out-dez, 1987.

PTAK, W.; CZARNIK, Z.; HANCZAKOWSKA, M. Contact sensitivity in alloxandiabetic mice. **Clinical & Experimental Immunology**, London, v. 19, p. 319-325, 1975.

RAMALHO A. C. R. **Insulina e hipoglicemiantes orais**. In: Silva P. Farmacologia. 9 ed. Rio de Janeiro: GUANABARA, 1998, p.746-8.

RATES, S.M.K. Promoção do uso racional de fitoterápicos: Uma abordagem no ensino da farmacognosia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pesssoa, v.11, n.2, p.57-69, 2001.

REIS, S.R., MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A., PETROVICK, P.R. (org) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5th ed. Universidade/UFRGS e ed. da UFSC, Porto Alegre/Florianópolis, 2004, p 45-74.

RIBEIRO, M.A.A.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; LIMA, U.A.; BAGGIO, C.E. Armazenamento da Castanha do Pará com e sem Casca: Efeito da Temperatura na Resistência ao Ranço. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.343-348, 1993.

RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C. E. L.; ALMEIDA, S. P. Espécies arbóreas de usos múltiplos na região do cerrado: caracterização botânica, uso potencial e reprodução. In Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 1. 1994. **Resumos...** Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, Porto Velho, 1994, p 335-355.

ROCHA F.D.; TEIXEIRA, V.L.; PEREIRA, R.C.; KAPLAN, M.A.C. Diabetes mellitus e estresse oxidativo: produtos naturais como alvo de novos modelos terapêuticos **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 2, p. 49-54, 2006.

SAID, O.; KHALIL, K.; FULDER, S.; AZAIZEH, H. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank Region. **Journal of Ethnopharmacology**, Ireland, v. 83, p. 251-265, 2002.

SARTORELLI, D.A.; FRANCO, L.J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.19, suppl.1, p.S29-S36, 2003.

SAXENA, A.; VIKRAM, N. K. Role of selected Indian plants in management of type 2 diabetes: a review. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, New York, v.10, p. 369-378, 2004.

SBD - SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Dados do Censo 1989 realizado pelo Ministério da Saúde e Sociedade Brasileira de Diabetes**. Disponível em:<http://www.diabetes.org.br/diabetes/estatisticas/Estat2.html> Acessado em 23 de abril de 2009.

SBD - SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Detecção e Tratamento das doenças crônicas (2003)**. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/educacao/comprondoc.php>. Acessado em 04 de junho de 2009.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v. 12, p. 401-413, 2001.

SCHMIDT, A. M E STERN, D. A radical approach to the pathogenesis of diabetic complications. **Trends in Pharmacological Science**, London n. 21, p. 367-369, 2000.

SHAN J.; YANG, M.; JIN-WEI, R. Anti-diabetic and Hypolipidemic Effects of Aqueous-Extract from the Flower of *Inula japonica* in Alloxan-Induced Diabetic Mice. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, Japan, v. 29, n. 3, p. 455-459, 2006.

SHEARD, N.F.; CLARK, N.G. Nutrition therapy and diabetes mellitus. **Nutrition Clinical Care**. Vermont, v.3, n.6, p.334-348, 2000.

SHILS, M.E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M.; ROSS, A.C. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença**. 9ª. Ed. vol II. São Paulo: Manole, 2003. p. 1959-1970.

SILVA, E. E.; **Frutíferas nativas do nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e**

**citogenética**. 2006. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2006.

SILVA, J. A. **Tópicos de tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000. 226p.

SILVA, C.; RIBEIRO, A.; FERREIRA, D.; VEIGA, F. Administração oral de peptídeos e proteínas III. Aplicação à insulina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, p. 21-40, 2003.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 762p.

SMET, P.A.G.M. Overview of Herbal Quality Control. **Drug Information Journal**, v.33, p.717-724, 1999.

SOTO, C.P.; PEREZ, B.L.; FAVARI, L.P.; REYES, J.L. Prevention of alloxan-induced diabetes mellitus in the rat by silymarin. **Comparative Biochemistry and Physiology**, United State, v. 119C, n. 2, p. 125-129, 1998.

SOUZA, T. P; LIONZO, M. I. Z.; PETROVICK, P. R Avaliação da redução da carga microbiana de droga vegetal através do processamento tecnológico: decocção e secagem por aspersão. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.16, n. 1, p. 94-98, 2006.

SOUZA, M.L.; MENEZES, H.C. Processamento de amêndoa e torta de castanha de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n.1, p. 120-128, 2004.

SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. S. Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de amêndoas de acessos de sapucaia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p.946-952, 2008.

SOUZA, V.A.B. Perspectivas do melhoramento de espécies nativas do Nordeste Brasileiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS, 1, 2001, Goiânia-GO, **Resumo...**, Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2001.CD-ROM.

SPACKMAN,D.H.; STEIN,W.R.;MOORE,S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Analytical. Chemistry**. New York, v.30, p.1190-1193, 1958.

SPADELLA, C. S.; MACEDO, C. S.; MACHADO, J. L. M *et al* Estudo comparativo entre cinco diferentes tratamentos sobre as alterações clínicas e laboratoriais do rato diabético induzido pela aloxana **Acta Cirúrgica Brasileira**. São Paulo v. 20, n..1, p.46-54, 2005

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Geomorfologia das restingas. *In*: **2º Simposio de ecossistema da costa Sul e Sudeste brasileira: estrutura, função e manejo**. Águas de Lindóia, ACIESP.p 185-205, 1990.

SZKUDELSKI, T. The mechanism of alloxan and streptozotocin action in B cells of the rat pancreas. **Physiological Research**, Vídeňská, v.50, n.6, p.537-546, 2001.

TAKEMOTO. E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L. *et al*. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n.2, p.113-117, 2001.

TBCAUSP 5.0. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/>. 2008. Acessado em 19 de janeiro de 2010.

THIJSEN, M.A.; MENSINK, R.P. Small differences in the effects os stearic acids, oleic acid and linoleic acid on the serum lipoprotein profile of humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.82, p510-6, 2005.

TIWARI, A. K. E RAO, J. M. Diabetes mellitus and multiple therapeutic approaches of phytochemicals: Present status and future prospects. **Current Science**, Bangalore, v. 83, n.1, p. 30-38, 2002.

TRICHOPOULOU, A.; COSTACOU, T.; BAMIA, C.; TRICHOPOULOS, D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. **The New England Journal of Medicine**, Massachusetts, v.348, p. 2599, 2003.

TURATTI, J.M. Óleos vegetais como fonte de alimentos funcionais. **Óleos e Grãos**. São Caetano do Sul, n.56, p.20-27, 2000.

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Endemismo de plantas vasculares na mata atlântica. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/bot/mataatlantica/familias/Chrysobalanaceae.htm>. Acessado em 13 de junho de 2009.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Agricultural Research Service **National Nutrient database for standard reference**, Release 20, 2007. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>>. Acesso em: 20 de agosto de 2009.

USDA- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - National Academy of Sciences. Institute of Medicine. **Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate**; 2004.

WAITZBERG, D. L., **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**, Ed Atheneu, 3ª Edição, São Paulo, 2004, p 15-150.

WANG, H. X.; NG, T. B. Natural products with hypoglycemic, hypotensive, hypocholesterolemic, antithrombotic and antithrombotic activities. **Life Science**, v. 65, p. 2663-2677, 1999.

WHO- World Health Organization. **Bulletin of the World Health Organization. Regulatory situation of herbal medicines**. A worldwide review, Geneva, 1998(a).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Quality control methods for medicinal plant materials**. Geneva: WHO,1998(b).

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION **Monographs on selected medicinal plant**. Volume 1. World Health Organization Geneva, 1999, 245p.

WHO/FAO. WORLD HEALTH ORGANIZATION **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO**. Expert Consultation. Geneva, Switzerland, 2002.

WILD, S.; ROGLIC, G.; GREEN, A.; SICREE, R.; KING, H, Global Prevalence of Diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**, Washington 27:1047–1053, 2004.

VALENTINI, S.R.T.; CASTRO, M.F.P.M; ALMEIDA, F.H. Determinação do Teor de umidade de milho utilizando aparelho de microondas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.18, n.2, Campinas, 1998.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E., LAMARDO L. C. A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.

VALLILO, M. I.; LAMARDO L. C. A.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E., MORENO, P. R. H. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (cambessédes) O.Berg. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 26, n.4, p. 805-810, 2006.

VARGAS, C. E. **Extração Supercrítica do óleo Essencial do Abajerú (*Chrysobalanus icaco*)**. 2005. 93f. (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Química, 1989) Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VARGAS, S. G. F, MALDONADO, A.; SOL, Y; MOLINA R. F. **Frutales tropicales de Tabasco**. Segunda edición , Centro de Investigación de Ciencias Biológicas. Unidad Sierra. UJAT. México, p.137, 2000.

VARGAS S., G. **Icaco (*Chrysobalanus icaco* L.), análisis químico de flavonoides y propagación por estacas**. 1998. 65f Tesis de maestro en ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo Edo. de México

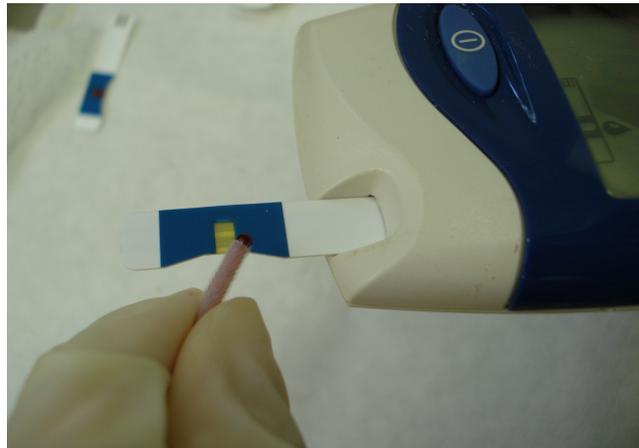
- VEIGA, R. A. Banco ativo de germoplasma de espécies nativas mantidas no Instituto Agrônômico. In: Simpósio Latino Americano de Recursos Vegetais, 1997, **Anais...** Campinas: SBF, 1997, p.64.
- VERSPOHL, E.J. Recommended testing in diabetes research. **Planta Medica**, Germany, v.68, n.11, p. 581-590, 2002.
- VINCENT JB. Relationship between glucose tolerance factor and low-molecular weight Chromium-binding substance. **Journal Nutrition** n.124, p.117-9, 1994.
- VINCENT JB. Mechanisms of chromium action: low-molecular-weight chromiumbinding substance. **Journal American College Nutrition** n.18, p.6-12, 1999.
- VINCENT JB. The biochemistry of chromium. *Journal Nutrition* n. 130, p. 715-8, 2000.
- VIEIRA NETO, R.D. (Ed.) **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros/Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – Emdagro, 2002. 216p.
- VOLPATO, G. T., DAMASCENO, D. C.; CALDERON, I. M. P.; RUDGE, M. V. C.. Revisão de plantas brasileiras com comprovado efeito hipoglicemiante no controle do *Diabete mellitus*, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.4, n.2, p.35-45, 2002.
- ZIMA T, MESTEK O, TESAR V, TESAROVA P, NEMECEK K, ZAK A, et al. Chromium levels in patients with internal diseases. **Biochemistry and Molecular Biology International**, England, v.46, n. 2, p.365-74, 1998.
- ZAMBIAZI, R. C.; PRZYBYLSKI, R.; ZAMBIAZI, M. W.; MENDONÇA, C. B.fatty acid composition of vegetable oils and fats **B.CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 111-120, jan./jun. 2007.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1** – Indução do diabetes por veia caudal.



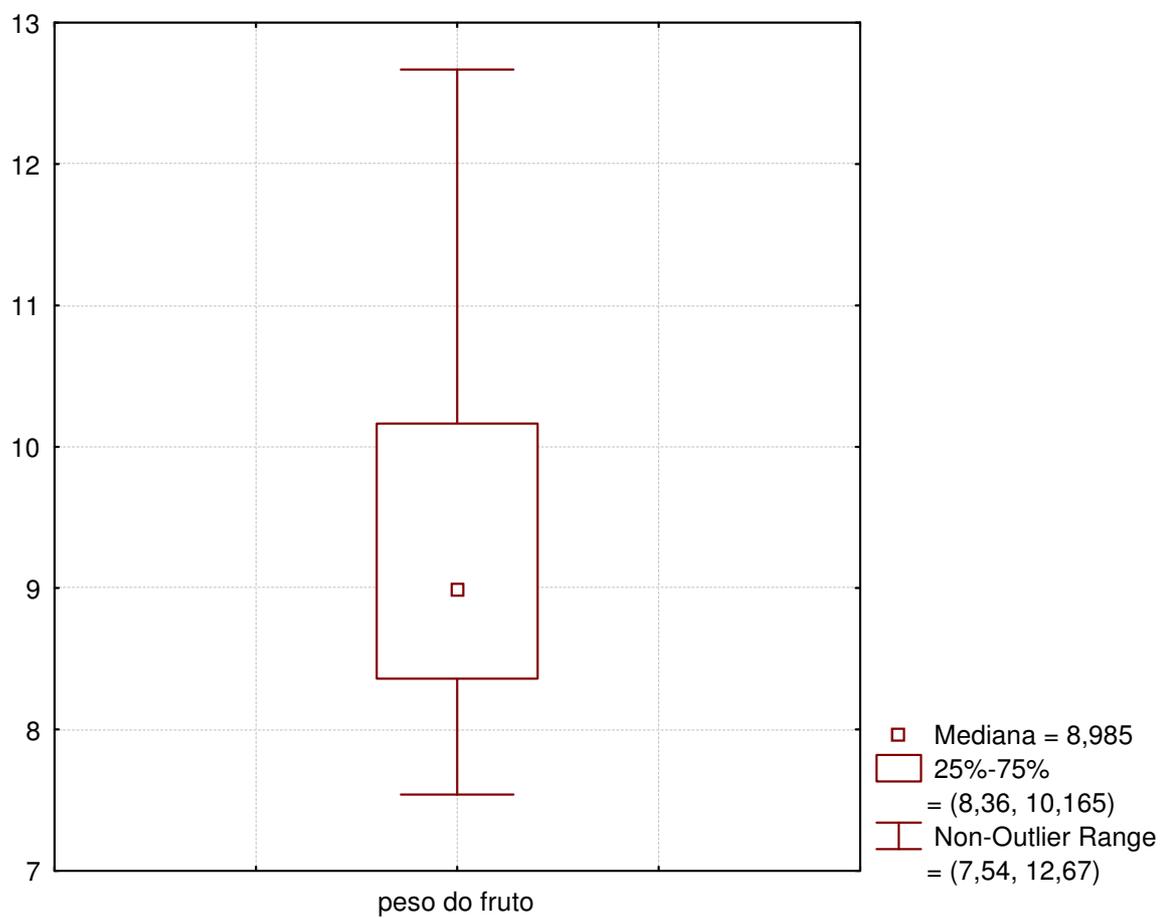
**Anexo 2** – Verificação da glicemia em jejum



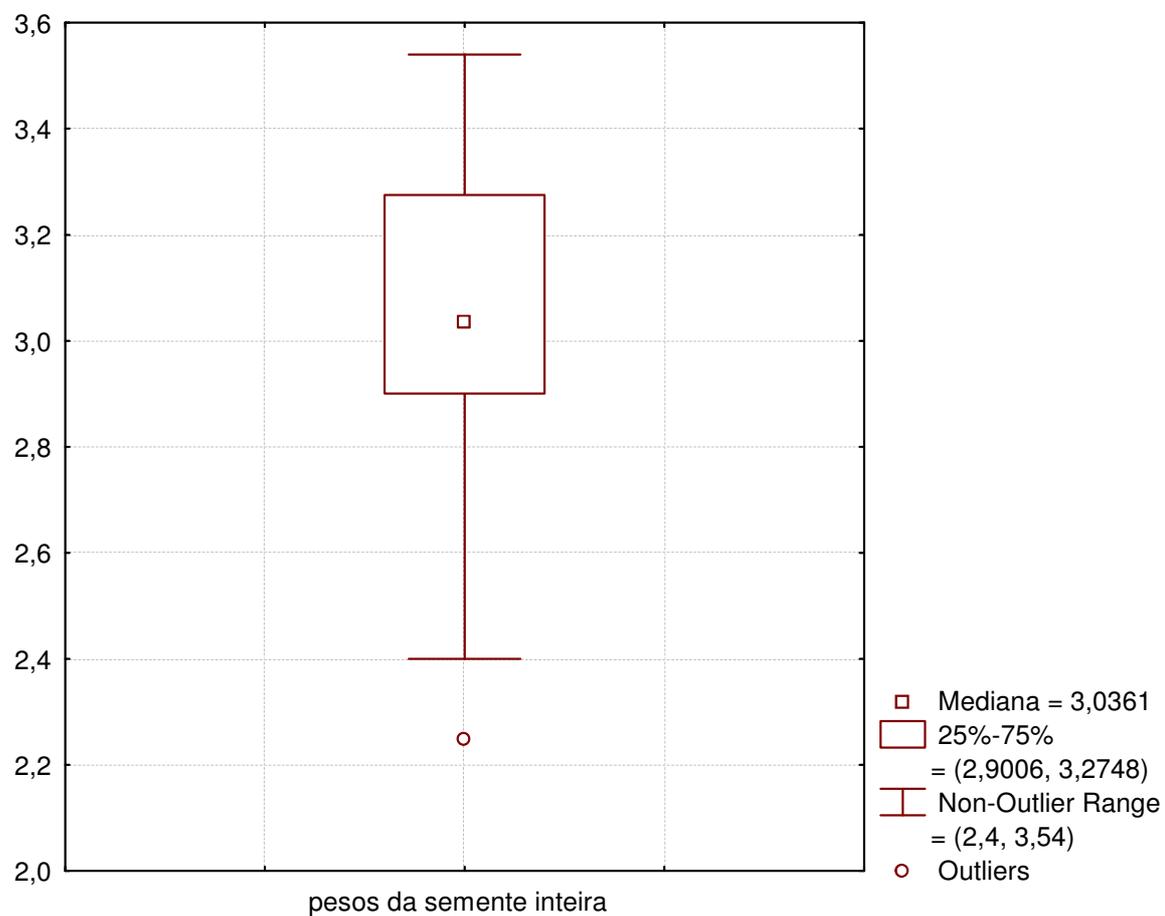
**Anexo 3**- Punção cardíaca



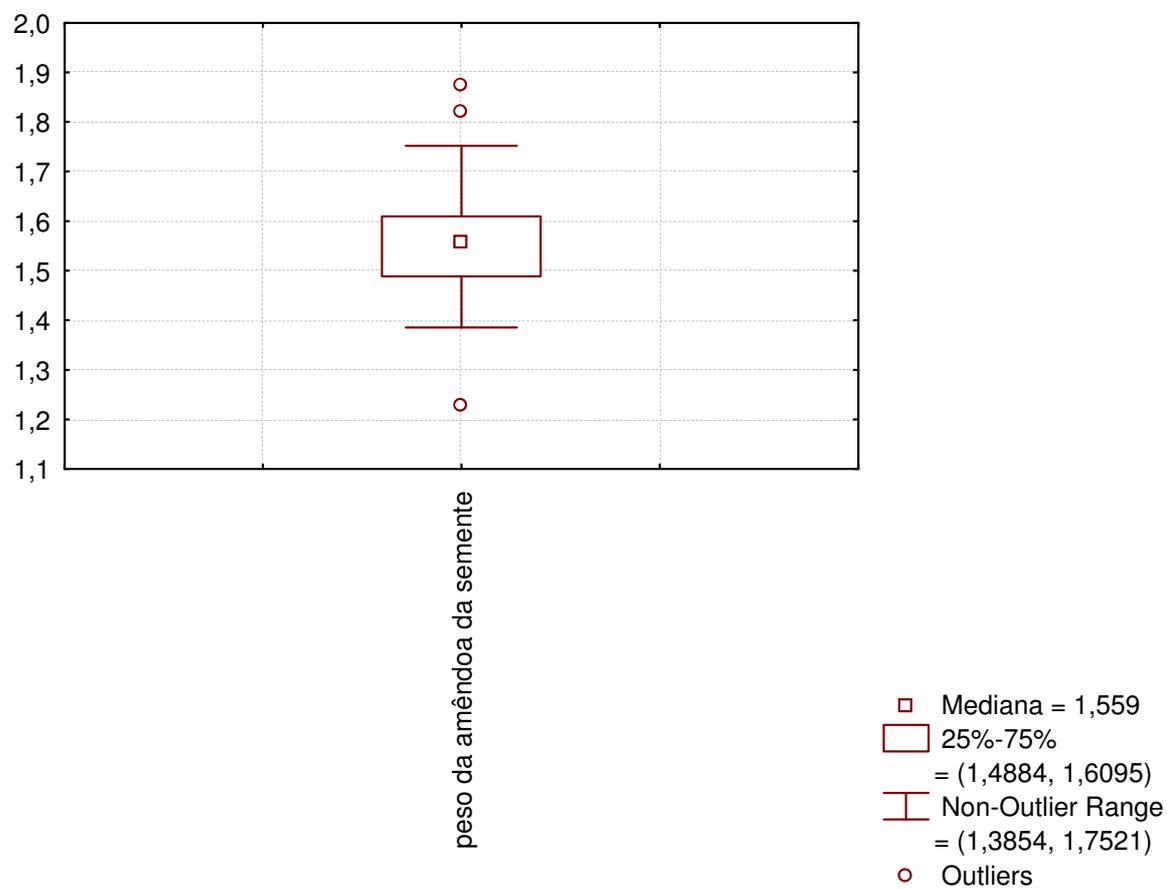
Anexo 4 – Gráfico de caixa do peso dos frutos de bajuru (n=40).



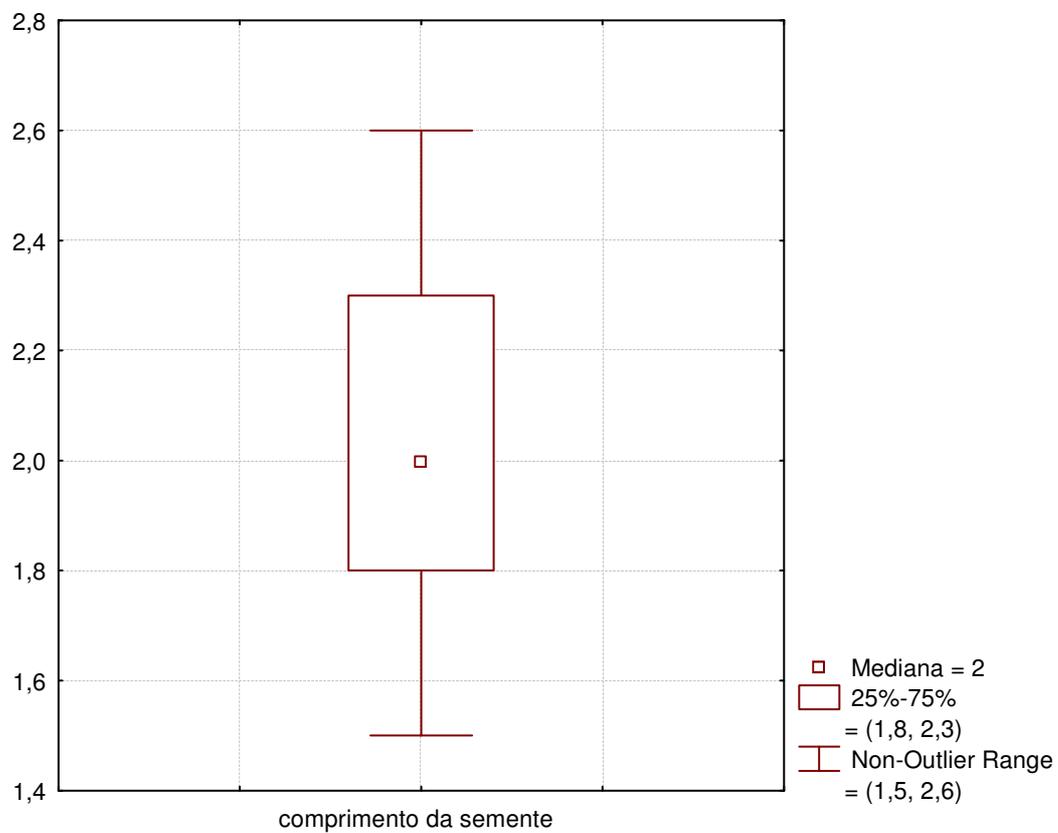
Anexo 5 – Gráfico de caixa do peso das sementes de bajuru íntegras (n=40).



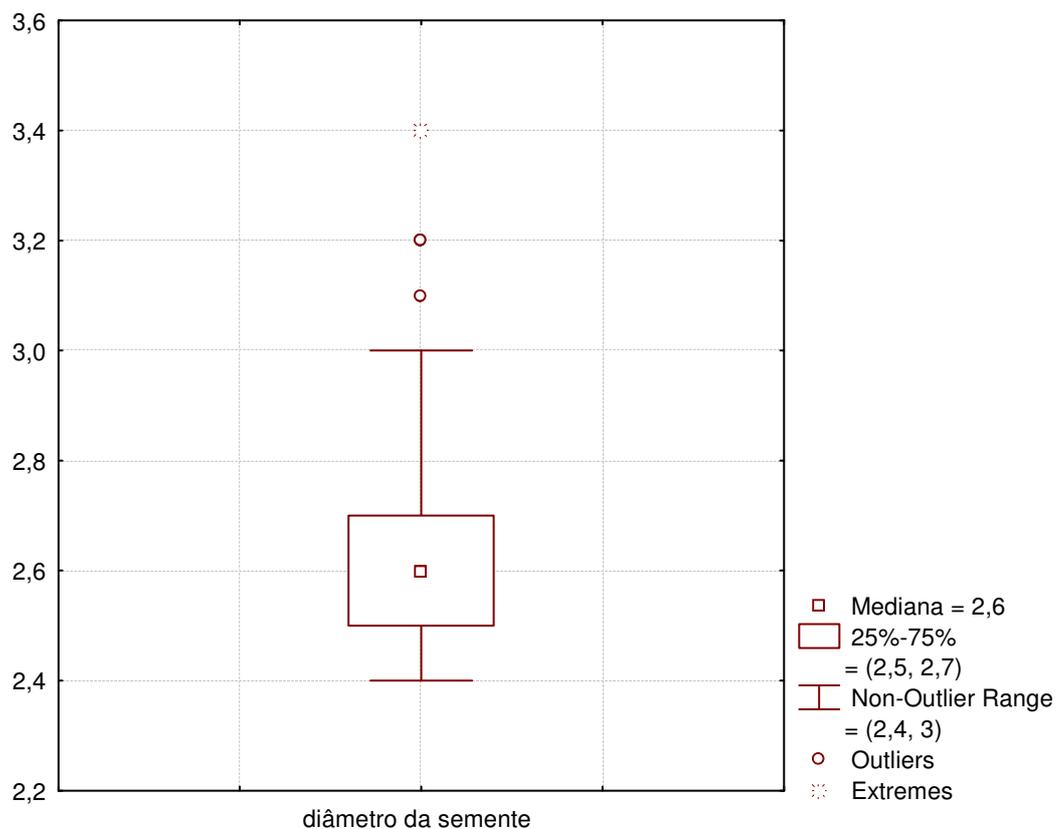
Anexo 6 – Gráfico de caixa para o peso da amêndoa das sementes de bajuru (n=40).



Anexo 7 – Gráfico de caixa para o comprimento das sementes íntegras (n=40).



**Anexo 8** – Gráfico de caixa do diâmetro das sementes de bajuru íntegras (n=40).



**Anexo 9** – alteração de coloração da pelagem em camundongo diabético



**Anexo 10**– Alteração de pelagem característica do diabetes.



**Anexo 11** – diferença intra-abdominal entre camundongo normal (esquerda) e diabético (direita).



**Anexo 12** - Processo de cicatrização em período de uma semana em camundongo com diferentes tipos de tratamento.

Normal



Diabético em tratamento com chá das folhas de bajuru



Diabético sem tratamento

