



RENATA JUNQUEIRA PEREIRA

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, ASPECTOS
FITOQUÍMICOS, ATIVIDADES
ANTIOXIDANTE, HIPOGLICEMIANTE E ANTI-
HIPERLIPIDÊMICA DE FRUTOS DO GÊNERO
*SYZYGIUM***

LAVRAS-MG

2011

RENATA JUNQUEIRA PEREIRA

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, ASPECTOS FITOQUÍMICOS,
ATIVIDADES ANTIOXIDANTE, HIPOGLICEMIANTE E ANTI-
HIPERLIPIDÊMICA DE FRUTOS DO GÊNERO *SYZYGIUM***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Maria das Graças Cardoso

Coorientadores

Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos

Dr. Raimundo Vicente de Sousa

LAVRAS - MG

2011

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

Pereira, Renata Junqueira.

Composição centesimal, aspectos fitoquímicos, atividades antioxidante, hipoglicemiante e anti-hiperlipidêmica de frutos do gênero *Syzygium* / Renata Junqueira Pereira. – Lavras: UFLA, 2011. 156 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Maria das Graças Cardoso.
Bibliografia.

1. Diabetes. 2. Jambolão. 3. Composição nutricional. 4. Glicemia.
5. Lipidemia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.804

RENATA JUNQUEIRA PEREIRA

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, ASPECTOS FITOQUÍMICOS,
ATIVIDADES ANTIOXIDANTE, HIPOGLICEMIANTE E ANTI-
HIPERLIPIDÊMICA DE FRUTOS DO GÊNERO *SYZYGIUM***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2011.

Dra. Cristiane Gattini Sbampato UNINCOR

Dra. Adelir Aparecida Saczk UFLA

Dr. Raimundo Vicente de Sousa UFLA

Dra. Josefina Aparecida de Souza UFLA

Dra. Maria das Graças Cardoso
Orientadora

LAVRAS - MG

2011

**Ao querido tio Antônio Carlos de Andrade Junqueira (*in memoriam*),
por me despertar e me apoiar, incentivando-me, no dom de pesquisadora e
docente.**

Pelo exemplo de profissional e de dedicação durante sua jornada terrena.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus e ao meu guia espiritual por me iluminarem e encaminharem na perseverança e por me concederem a saúde para empreender o doutorado.

Aos meus pais, Gilson e Heloísa, pelo exemplo de dedicação, força e fé. Por terem participado ativamente nesse trabalho, sacrificando-se em minhas coletas de jambolão.

Aos meus irmãos, pessoas que amo, pela compreensão, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida. Em especial ao meu irmão Rodrigo, pela paciência com as análises estatísticas.

Ao querido Reginaldo, pela compreensão, apoio e carinho. Obrigada por tudo que você fez por mim.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À Prefeitura Municipal de Três Corações, pelo apoio financeiro sem o qual não poderia ter realizado esse trabalho.

Aos Departamentos de Ciência dos Alimentos, de Química e de Medicina Veterinária da UFLA que contribuíram para o meu trabalho e cujos professores e técnicos possibilitaram meu aprendizado e me auxiliaram.

À orientadora Profa. Dra. Maria das Graças Cardoso pelo exemplo, que me possibilitou o crescimento profissional e pessoal e por ter me aceito como aluna, obrigada por tudo.

Ao Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa, por ter me aceito como co-orientada, ter me recebido em seu laboratório, pelos ensinamentos e amizade.

À co-orientadora Profa. Dra. Maria de Fátima Pícolo Barcelos pelos ensinamentos e sugestões.

Às amigas Vivian de Oliveira Silva, Milene Aparecida Andrade e Aline Cristina Teixeira Mallet pelo auxílio na execução dos experimentos, pela colaboração, amizade e pela convivência durante o doutorado.

Aos amigos Willian e Priscila, técnicos do Laboratório de Fisiologia e Farmacologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA, pelos ensinamentos de bancada e pela grande contribuição a este trabalho, e a toda equipe que me auxiliou durante a execução do experimento no laboratório.

A todos os amigos do Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química de UFLA, em especial Juliana, Lucilene, Marcos, Jean e Wilder pelo auxílio durante a execução dos experimentos e nas coletas de jambolão.

Aos amigos da Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. José Gerley Diaz Castro, pela prontidão em me auxiliar nas análises estatísticas e Profa. Dra. Sandra Maria Botelho, pelo laboratório.

Aos companheiros de viagem Três Corações - Lavras, Cynthia, Fernando e Juliana pela companhia e paciência.

Aos Laboratórios de Bioquímica de Frutos e de Análises de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA; ao Laboratório de Patologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA; e ao Laboratório do Centro de Indexação de Vírus de Minas Gerais.

Ao Prof. Dr. Marcos Sobral por ter me recebido prontamente e me auxiliado na identificação das exsiccatas.

A todos que me acompanharam neste período, sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

“Estarei contando isto com um suspiro,
Em algum lugar, daqui a muitas eras:
Duas estradas se bifurcavam numa floresta, e eu -
Eu escolhi a estrada menos percorrida,
“E isso fez toda a diferença”.

(Robert Frost, *The Road Not Taken*)

RESUMO GERAL

A grande extensão territorial e as condições climáticas muito diversas fazem com que a flora brasileira possua inúmeras espécies vegetais a serem estudadas quanto aos seus aspectos nutricionais e seus efeitos biológicos no organismo humano. O objetivo do presente estudo foi pesquisar duas espécies do gênero *Syzygium*, descrevendo seu valor nutricional, seu aspecto fitoquímico e seus efeitos biológicos. Nos capítulos que se seguem procurou-se caracterizar os frutos e os extratos etanólicos de partes dos frutos dessas duas espécies, seu valor nutricional, seu potencial antioxidante, seus principais grupos fitoquímicos e seus efeitos sobre a glicemia e a lipidemia de animais experimentais. Destacam-se nos frutos do jabolão seu reduzido teor calórico e de lipídeos e sua elevada acidez. Os extratos das sementes dos frutos da espécie *S. paniculatum Gaertn.* apresentaram elevado potencial antioxidante, comparável aos potentes antioxidantes sintéticos comumente utilizados em alimentos. Na maioria dos extratos foi detectada a presença de ácidos orgânicos, açúcares redutores, taninos, flavonóides e glicosídeos cardiotônicos. Os extratos das sementes e das cascas das sementes das duas espécies foram os que apresentaram efeitos sobre a glicemia, insulinemia, lipidemia e o ganho de peso dos animais, no ensaio biológico.

Palavras-chave: Diabetes. Jabolão. *Syzygium*.

GENERAL ABSTRACT

The large territorial extension and the very different weather conditions make the Brazilian flora have numerous plant species to be studied regarding its nutritional aspects and biological effects on the human body. The object of this study was to research two species of the *Syzygium* genus, describing its nutritional value, phytochemical aspect and biological effects. In the following chapters we intended to characterize the fruits and the ethanolic extracts of part of the fruits of these two species, their nutritional value, antioxidant potential, main phytochemical compounds and effects on serum glucose and lipids of experimental animals. Stand out in the fruits of jambolanum their reduced content of calorie and lipid and their high acidity. The seeds extract of the fruits of *S. paniculatum Gaertn.* species showed high antioxidant potential comparable to the powerful synthetic antioxidants commonly used in food. In the majority of extracts the presence of organic acid, reducing sugars, tannins, flavonoids and cardiac glycosides was detected. The seeds and seeds skins extracts of the two species were those that showed effects on the serum glucose, insulin, lipids and weight gain of the animals, in the biological test.

Keywords: Diabetes. Jambolanum. *Syzygium*.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1	Rotas do metabolismo secundário vegetal.....	25
Figura 2	Estrutura básica dos flavonóides.....	27
Figura 3	Estrutura química da antocianina.....	28
Figura 4	Estrutura química da isoflavona.....	28
Figura 5	Estrutura química do ácido tânico.....	30
Figura 6	Estrutura química da casuarictina.....	30
Figura 7	Estrutura química do β -caroteno.....	32
Figura 8	Estrutura química do BHT.....	42
Figura 9	Possíveis mecanismos de redução do DPPH.....	43
Figura 10	Aspectos gerais da espécie <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	50
Figura 11	Aspectos gerais da espécie <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	52

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Equação 1	Reações de transferência de elétron.....	40
Equação 2	Reações de transferência de hidrogênio.....	40
Equação 3	Redução do DPPH.....	43

CAPÍTULO 3

Gráfico 1	Percentual de atividade antioxidante em função das concentrações, para os diferentes extratos e controles.....	107
Gráfico 2	Correlação entre os fenóis totais expressos em equivalente de ácido gálico, EAG e atividade antioxidante, expressa como concentração eficiente, CE50 do extrato.....	111

CAPÍTULO 4

Quadro 1	Composição da dieta de alto teor lipídico.....	124
Equação 1	Reações enzimáticas para determinação da glicemia.....	128
Equação 2	Reações enzimáticas para determinação da trigliceridemia...	129
Equação 3	Reações enzimáticas para determinação da colesterolemia...	130
Gráfico 1	Valores médios das glicemias de jejum obtidas no experimento.....	134
Gráfico 2	Valores médios de colesterol sanguíneo total, obtidos no decorrer do experimento.....	138
Gráfico 3	Valores médios de triacilgliceróis sanguíneos totais, obtidos no decorrer do experimento.....	139
Gráfico 4	Gráfico box-plot , mostrando o consumo total de alimentos por tratamento.....	145
Gráfico 5	Gráfico box-plot , mostrando a ingestão hídrica total por tratamento.....	145
Gráfico 6	Gráfico box-plot , mostrando o volume urinário total por tratamento.....	146

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Composição centesimal e valor calórico da polpa e das sementes de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	78
Tabela 2	Composição centesimal e valor calórico da polpa e das sementes de <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	81
Tabela 3	Valores médios de pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT das polpas e das sementes de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels e <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	84
Tabela 4	Valores médios de açúcares solúveis totais (AST), pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) das polpas e das sementes de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels e <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	88

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Fitoquímicos presentes nos extratos dos frutos de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	104
Tabela 2	Fitoquímicos presentes nos extratos dos frutos de <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	105
Tabela 3	Percentuais médios de atividade antioxidante, para cada extrato, nas diferentes concentrações testadas.....	108
Tabela 4	Percentuais de DPPH remanescente para as diferentes concentrações de extratos e controles positivos testados.....	109
Tabela 5	Quantidades de extratos necessárias para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (CE ₅₀).....	109
Tabela 6	Teores de fenóis totais (FT), expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (mg de EAG) por g de extrato bruto.....	110

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Valores médios das insulinemias obtidas no início e ao final do experimento.....	133
Tabela 2	Percentual médio de redução/aumento da glicemia em cada tratamento.....	136
Tabela 3	Percentual médio de redução/aumento da colesterolemia e da trigliceridemia em cada tratamento.....	140

Tabela 4	Valores médios finais de colesterol total, fração colesterol HDL e somatório das frações LDL+VLDL.....	142
Tabela 5	Valores médios de ganho de peso e consumo de ração dos grupos experimentais.....	143
Tabela 6	Valores médios de ingestão de água e volume urinário dos grupos experimentais.....	143

LISTA DE SIGLAS

AAPH	Radical 2,2-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloreto
%DPPHREM	Percentual de DPPH Remanescente
AA%	Percentual de Atividade Antioxidante
ABTS+	Radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiozolino-6-ácido sulfônico)
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemistry</i>
AST	Açúcares Redutores Totais
ATT	Acidez Total Titulável
BHT	3,5- Di-tert-butil-4-hidroxiltolueno
C	Elemento químico carbono
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CE ₅₀	Concentração Eficiente Mediana (50%)
CEMIB/UNICAMP	Centro Multidisciplinar de Investigação Biológica da Universidade Estadual de Campinas
DATL	Dieta de Alto Teor Lipídico
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DM	Diabetes <i>mellitus</i>
DM2	Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
DP	Desvio Padrão da Média
DPPH	Radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EAG	Equivalentes de Ácido Gálico
ELISA	<i>Enzyme Linked Immunosorbent Assay</i>
ENN	Extrato Não-Nitrogenado
ERN	Espécies Reativas de Nitrogênio
ERO	Espécies Reativas de Oxigênio
FL	Fluorescente
FT	Fenólicos Totais
GOD	Glicose Oxidase
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i>
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>

NCEP	<i>National Cholesterol Education Program</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
POD	Peroxidase
PPAR	<i>Peroxisome Proliferator-Activated Receptors</i>
RL	Radical livre
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SM	Síndrome Metabólica
SST	Sólidos Solúveis Totais
TE	Transferência de Elétron
TEAC	<i>Trolox Equivalent Antioxidant Capacity</i>
TH	Transferência de Hidrogênio
UninCor	Universidade Vale do Rio Verde
VITC	Ácido Ascórbico, Vitamina C
VLDL	<i>Very Low Density Lipoprotein</i>
WCRF	<i>World Cancer Research Fund</i>

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1: Introdução Geral.....	18
1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1	Plantas medicinais na farmacoterapia.....	22
2.2	Metabólitos secundários vegetais.....	23
2.3	Composição centesimal de frutos.....	33
2.4	Radicais livres e lesão celular.....	36
2.5	Antioxidantes.....	38
2.6	Métodos para avaliação da atividade antioxidante.....	39
2.7	Diabetes mellitus.....	43
2.8	Modelos de indução do diabetes.....	47
2.9	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	49
2.10	<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	51
2.11	Atividade biológica de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels e <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.....	53
	REFERÊNCIAS.....	58
	CAPÍTULO 2: Análises de qualidade e valor nutricional dos frutos do jabolão.....	70
1	INTRODUÇÃO.....	73
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	75
2.1	Matéria-prima e preparo das amostras.....	75
2.2	Determinação de sólidos solúveis totais (SST).....	76
2.3	Determinação da acidez titulável total (ATT).....	76
2.4	Determinação do potencial hidrogeniônico- pH.....	76
2.5	Determinação de açúcares solúveis totais (AST).....	76
2.6	Composição centesimal e valor nutricional.....	76
2.6.1	Determinação da umidade.....	77
2.6.2	Determinação do extrato etéreo.....	77
2.6.3	Determinação das cinzas (Resíduo mineral fixo).....	77
2.6.4	Determinação da proteína bruta.....	77
2.6.5	Determinação de fibra bruta.....	77
2.6.6	Determinação de pectina total e solúvel.....	77
2.6.7	Determinação da fração glicídica ou extrato não nitrogenado.....	78
2.6.8	Determinação do valor calórico.....	78
2.7	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	78
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
4	CONCLUSÃO.....	89
	REFERÊNCIAS.....	90

	CAPÍTULO 3: Triagem fitoquímica, atividade antioxidante e teor de fenólicos totais do jambolão.....	93
1	INTRODUÇÃO.....	96
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	98
2.1	Preparo do material vegetal.....	98
2.2	Obtenção dos extratos.....	98
2.3	Triagem fitoquímica (Testes analíticos qualitativos).....	99
2.4	Análise da atividade antioxidante	100
2.5	Determinação dos fenólicos totais	101
2.6	Análises estatísticas.....	102
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
4	CONCLUSÃO.....	113
	REFERÊNCIAS.....	114
	CAPÍTULO 4: Atividades hipoglicemiante e anti-hiperlipidêmica de duas espécies do gênero <i>syzygium</i>.....	117
1	INTRODUÇÃO.....	120
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	123
2.1	Animais.....	123
2.2	Administração da dieta de alto teor lipídico e indução do diabetes	123
2.3	Coleta do material vegetal.....	125
2.4	Obtenção dos extratos.....	125
2.5	Ensaio biológico.....	126
2.6	Avaliação dos parâmetros bioquímicos.....	127
2.6.1	Glicemia de jejum.....	128
2.6.2	Insulinemia.....	129
2.6.3	Trigliceridemia.....	129
2.6.4	Colesterolemia	130
2.6.4.1	Colesterol total.....	130
2.6.4.2	Fração HDL.....	130
2.6.4.3	Frações LDL + VLDL.....	131
2.6.5	Análises histológicas.....	131
2.7	Delineamento experimental.....	131
2.8	Análises estatísticas.....	132
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	133
4	CONCLUSÃO.....	148
	REFERÊNCIAS.....	149
	ANEXOS.....	154

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Os produtos naturais são utilizados pela humanidade desde tempos imemoriais. A busca por alívio e cura de doenças, por meio da ingestão de ervas e folhas, talvez tenha sido uma das primeiras formas de utilização desses produtos. Intuitivamente, o homem primitivo buscava descobrir soluções para suas necessidades básicas de sobrevivência, como alimentação, moradia, proteção e reprodução. Suas experiências e observações resultaram em descobertas importantes para soluções de tratamentos de injúrias ou doenças através do uso das plantas e ervas (VIEGAS; BOLZANI; BARREIRO, 2006).

A grande extensão territorial e as condições climáticas muito diversas fazem com que a flora brasileira possua inúmeras espécies vegetais, muitas consideradas importantes matérias-primas, outras já incorporadas ao hábito alimentar dos brasileiros e algumas pouco conhecidas e que poderiam ser incorporadas à dieta, como o jambolão.

Na família Myrtaceae há vegetais importantes sob diversos aspectos, aqueles que produzem frutos comestíveis como a jaboticabeira (*Eugenia cauliflora* O. Berg), a goiabeira (*Psidium guajav* L.), a romeira (*Punica granatum* L.), a uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess. D. Legrand), o jambo (*Eugenia jambosa* L.) e o castanheiro do Pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), aquelas aromáticas como o craveiro da Índia (*Syzygium aromaticum* L. Merr. Et Perry), a murfa (*Myrtus communis* L.) e o cajepute (*Melaleuca leucadendron* L.), e ainda as que oferecem madeira de qualidade, empregada em construção, como o jequitibá-rosa (*Couratari legalis* Mart.), o jequitibá-vermelho (*C. estrellensis* Ames) e a sapucaia (*Lecythis pisonis* ou *L. ollaria* Loefl.) (MAEDA et al., 1990; PINTO et al., 2003).

O gênero *Syzygium* compreende cerca de 500 espécies, sendo as espécies *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn.

popularmente conhecidas com denominações variadas como jambolão, jamun, jambolan, jambolana, jambol, black plum, blackberry, jamelão, jalão, azeitona, azeitona-roxa, murta, jambuí, oliva, oliveira, jambeiro e brincos de viúva (GROVER; YADAV; VATS, 2002; SHARMA et al., 2003; TIMBOLA et al., 2002).

Observa-se que a utilização dos frutos do jambolão na dieta e na fabricação de produtos industrializados ainda é bastante restrita, indicando a necessidade de pesquisas no intuito de esclarecer sobre os benefícios desses frutos à saúde humana e sobre as diversas formas possíveis de seu beneficiamento e aproveitamento.

O consumo dos frutos *in natura* do jambolão se faz por alguns indivíduos, que os catam nos pés ou embaixo das copas nos períodos de safra, sendo o restante desprezado no solo. Grande parte dos frutos é desperdiçada na época da safra, principalmente em virtude da falta de conhecimento sobre sua utilidade e viabilidade tecnológica.

Devido à importância das plantas medicinais para a química e a medicina moderna, estudos permitiram um rápido desenvolvimento de seus campos específicos e assim, muitas substâncias ativas foram conhecidas e introduzidas na terapêutica, permanecendo até hoje como medicamentos.

Também se reconhece que a dieta constituída de nutrientes essenciais e acrescida de substâncias nutracêuticas, como parte de um estilo de vida saudável, tem um papel preponderante na prevenção e/ou cura de enfermidades crônicas não transmissíveis como as doenças cardiovasculares, o *diabetes mellitus* tipo 2 e diferentes tipos de câncer (SÁ, 2008).

De acordo com o World Cancer Research Fund – WCRF (2007), uma dieta com uma grande quantidade e variedade de frutas, legumes e verduras pode prevenir 20% ou mais dos casos de câncer. Acredita-se que a redução no risco de desenvolvimento de enfermidades crônicas não transmissíveis se dá pela

combinação de micronutrientes, antioxidantes, substâncias fitoquímicas e fibras presentes nestes alimentos. Os alimentos com propriedades de prevenir e/ou minimizar enfermidades crônicas não transmissíveis receberam a denominação de alimentos funcionais e os princípios ativos, de substâncias bioativas.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivos caracterizar os frutos e extratos de duas espécies de jambolão em relação aos aspectos de qualidade dos frutos, ao valor nutricional, à atividade antioxidante, à presença de fitoquímicos e aos efeitos biológicos sobre a glicemia e a lipídemia de animais experimentais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As plantas medicinais são utilizadas pelo homem desde a antigüidade, na alimentação, na cura de doenças e também na agricultura. Segundo relatam os testemunhos históricos, foram largamente empregadas por romanos, hebreus, chineses, indianos, árabes, gregos e pelos egípcios (SÁ, 2008).

No Brasil, o emprego de plantas medicinais está presente desde antes da colonização, quando índios já as utilizavam e, em seguida, passaram seus conhecimentos para os colonizadores, tornando-as amplamente utilizadas na medicina caseira (LIMA, 2008).

Devido ao crescente interesse por novos produtos naturais, torna-se importante desenvolver uma melhor compreensão de seus modos de ação biológica para novas aplicações na área da saúde humana.

2.1 Plantas medicinais na farmacoterapia

A história do desenvolvimento dos fármacos registra que, no início, os materiais vegetais eram utilizados da maneira como eram encontrados no meio ambiente, depois, passaram a ser concentrados para melhora da intensidade e uniformidade de suas ações. À medida que os avanços da química surgiram, as substâncias ativas puderam ser identificadas, isoladas e usadas como moléculas sinteticamente elaboradas, com atividade terapêutica ainda maior (AURICCHIO; BACCHI, 2003).

Apesar dos avanços na síntese de novos fármacos, com aumento das alternativas terapêuticas disponíveis, estudos indicam que um terço dos pacientes diabéticos americanos, tratados pela medicina convencional, faz uso também da fitoterapia (FETROW; ÁVILA, 2000). Verifica-se também que o uso

da fitoterapia, que já é conhecida pela humanidade há muitos séculos, passa a fazer parte da moderna prática médica.

Apenas um pequeno percentual das espécies vegetais foi adequadamente estudado, no que se refere às atividades farmacológicas. É difícil selecionar as espécies vegetais a serem investigadas, considerando-se a imensa quantidade de espécies a explorar (AURICCHIO; BACCHI, 2003; SÁ, 2008). Nesse sentido, os relatos da medicina popular costumam ser eficazes quando considerados no intuito de guiar a identificação de espécies vegetais potencialmente terapêuticas e orientar as pesquisas com plantas medicinais.

Após as recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre o Diabetes *mellitus*, as investigações em busca de hipoglicemiantes mais seguros e mais eficazes se tornaram uma importante área da pesquisa. Dentro dessa perspectiva, pesquisas por novos compostos hipoglicemiantes extraídos de plantas medicinais se tornaram um importante ponto a ser considerado (LOIZZO et al., 2008).

2.2 Metabólitos secundários vegetais

O metabolismo é definido como o conjunto total das transformações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, que ocorre nas células vivas, suprindo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado (MARZZOCO; TORRES, 2007).

Essas reações possuem certa direção devido à presença de enzimas específicas, estabelecendo, assim, as rotas metabólicas, visando o aproveitamento de nutrientes para satisfazer as exigências fundamentais da célula (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2008).

Além do metabolismo primário, responsável pela síntese de celulose, lignina, proteínas, lipídeos, açúcares e outras substâncias importantes para a

realização das funções vitais, as plantas também apresentam o chamado metabolismo secundário (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2008).

Os metabólitos secundários, geralmente de estrutura complexa, baixo peso molecular, possuem atividades biológicas marcantes e, diferentemente dos metabólitos primários, apresentam-se em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas (BERG; LUBERT, 2008). Já foram considerados como produtos de excreção do vegetal no passado, no entanto, sabe-se que muitas dessas substâncias estão diretamente envolvidas nos mecanismos que permitem a adequação do produtor a seu meio. Assim, despertam grande interesse, não só pelas atividades biológicas exercidas pelas plantas em resposta aos estímulos do meio ambiente, mas também pela imensa atividade farmacológica que possuem. Muitos são de importância comercial não apenas na área farmacêutica, mas também nas áreas alimentar, agrônoma, perfumaria e outras (SIMÕES et al., 2007). Para este autor a origem de todos os metabólitos secundários pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetato (Figura 1).

O ácido chiquímico é precursor de taninos hidrolisáveis, cumarinas, alcalóides derivados dos aminoácidos aromáticos e fenilpropanóides, compostos que têm em comum a presença de um anel aromático na sua constituição; ao passo que os derivados do acetato são os aminoácidos alifáticos e os alcalóides derivados deles; terpenóides, esteróides, ácidos graxos e triacilgliceróis (LEITE, 2008).

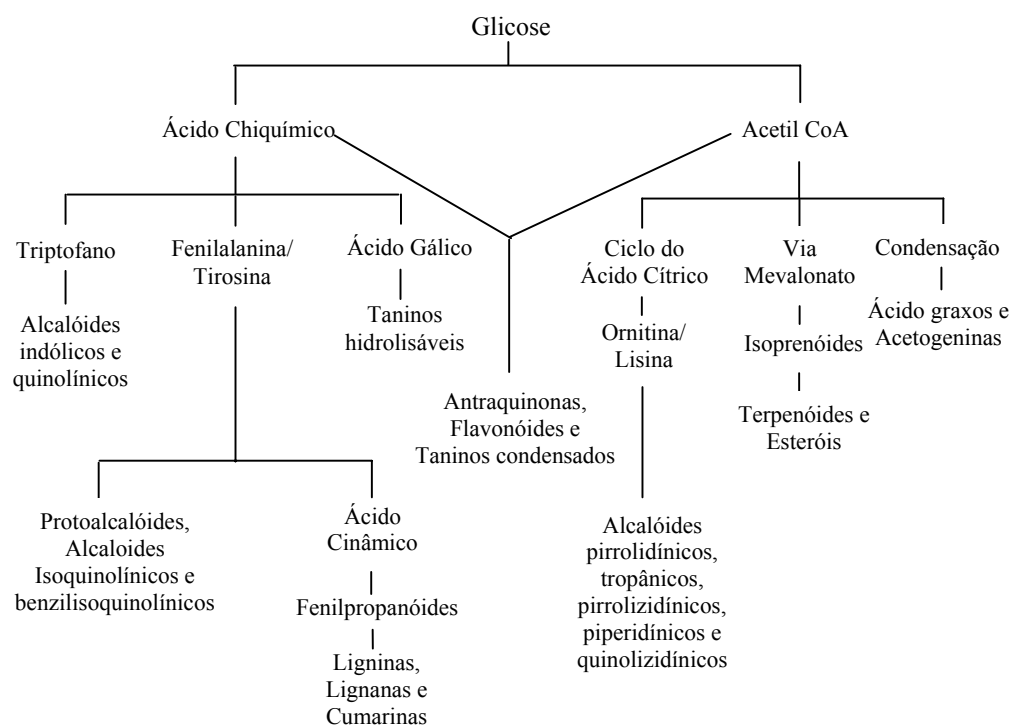


Figura 1 Rotas do metabolismo secundário vegetal

Os metabólitos secundários vegetais destacam-se na área da farmacologia devido a seus efeitos biológicos sobre a saúde da espécie humana.

Os esteróides vegetais são compostos com 28 ou 29 carbonos, diferindo do colesterol (27 carbonos) pela presença de uma ramificação metila ou etila adicional na cadeia carbônica. Os fitosteróis são semelhantes aos fitostanóis dos quais diferem pela presença de insaturações. Sua grande similaridade com o colesterol parece ser responsável pela excreção fecal do colesterol dietético e conseqüente redução do colesterol sérico. Os efeitos dos esteróides vegetais na redução da colesterolemia têm sido amplamente estudados desde a década de 50

e, atualmente, são reconhecidas suas propriedades hipocolesterolêmicas (ARAÚJO, 2008).

Já foram identificados mais de 40 esteróis, sendo os mais abundantes em alimentos o β -sitosterol, o campesterol e o estigmasterol. Estão presentes em alimentos como soja, milho, trigo, frutos oleaginosos e óleos vegetais em geral, principalmente de canola, arroz e girassol. Dentre seus benefícios à saúde humana destacam-se a redução da absorção do colesterol da dieta, com conseqüente redução dos níveis sanguíneos; a redução do risco de doenças cardiovasculares; e inibição do crescimento de certos tipos de tumores malignos (SALGADO, 2009).

Os efeitos dos glicosídeos cardioativos foram descobertos, como resultado da sua aplicação no tratamento de edema, onde observou-se, indiretamente, seu efeito sobre o coração, melhorando o suprimento sanguíneo aos rins, eliminando o excesso de fluido (SIMÕES et al., 2007).

A ação terapêutica dos glicosídeos cardioativos depende da estrutura da aglicona e do tipo e número de unidades de açúcares anexadas, aumentando a solubilidade em água e a ligação ao músculo cardíaco. Dois tipos de agliconas são conhecidos: os cardenolídeos (digitoxigenina) compostos de 23 carbonos e os bufadienolídeos (helebrigenina), com estruturas de 24 carbonos. Não há fontes alimentares para sua obtenção, são extraídos de plantas medicinais (SIMÕES et al., 2007).

Os flavonóides (Figura 2) constituem substâncias aromáticas contendo 15 átomos de carbono (C15) no seu esqueleto básico. Este grupo de compostos polifenólicos apresenta uma estrutura comum caracterizada por dois anéis aromáticos e um heterociclo oxigenado, formando um sistema C6-C3-C6. Já foram identificadas mais de 8.000 substâncias pertencentes a este grupo. Esse grande número de compostos surge da ampla variação de combinações de grupos metil e hidroxil como substituintes na estrutura química básica.

Conforme o estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano, têm-se diferentes classes de flavonóides: antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas e flavanas, com múltiplos efeitos biológicos, como atividades antioxidante, antiinflamatória e antitumoral, diminuem a fragilidade e permeabilidade capilares; inibem a destruição do colágeno a agregação plaquetária. Assim, a ingestão de flavonóides está associada à longevidade e à redução na incidência de doenças cardiovasculares (ARAÚJO, 2008; FILHO; SILVA; BOVERIS, 2001).

Dentre os flavonóides destacam-se as antocianinas, que são glicosídeos que apresentam em sua estrutura química um resíduo de açúcar no carbono 3. Como produtos desta hidrólise, obtêm-se o componente glicídico e a aglicona, denominada antocianidina (DEWICK, 2002).

As antocianinas (Figura 3) são um grupo de pigmentos naturais com estruturas fenólicas variadas. São os componentes de muitas frutas vermelhas e hortaliças escuras, apresentando grande concentração nas cascas de uvas escuras. Representam um significativo papel na prevenção ou retardam o aparecimento de várias doenças por suas propriedades antioxidantes. As antocianinas encontradas em alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: pelargonidina (vermelha), cianidina (vermelha) e delfinidina (violeta) (ARAÚJO, 2008).

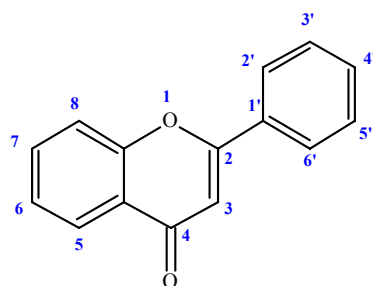


Figura 2 Estrutura básica dos flavonóides

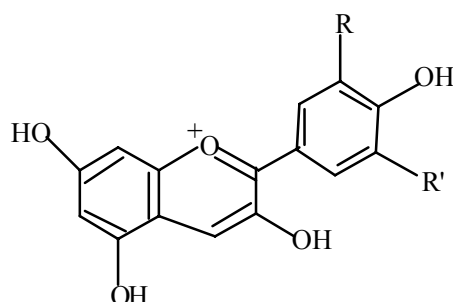


Figura 3 Estrutura química da antocianina

As isoflavonas (Figura 4) são outra classe de flavonóides de importância biológica. Pesquisas têm demonstrado que a genisteína e a daidzeína, flavonóides presentes na soja, apresentam efeito anticancerígeno. Em populações que consomem dietas ricas em soja e seus derivados, é possível observar uma menor incidência de determinados tipos de câncer (côlon, mama e próstata) quando comparadas com populações que não consomem esses alimentos (LIU et al., 2007). Estes compostos bioativos e não nutricionais apresentam estrutura química similar ao estradiol, o principal hormônio feminino e assim se encaixam nos receptores de estrógeno. Desta forma, as isoflavonas apresentam a habilidade de imitar os estrógenos, ao que se atribuem os seus efeitos e benefícios à saúde e na reposição hormonal (LEITE, 2008).

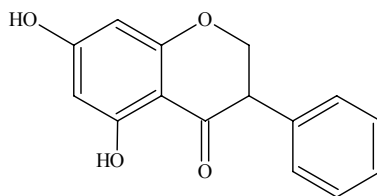


Figura 4 Estrutura química da isoflavona

Ainda na classe dos polifenóis encontram-se as catequinas, que são compostos incolores, hidrossolúveis, que contribuem para o amargor e a adstringência do vegetal. Dentre as principais representantes desse grupo estão: catequina, epigalocatequina, epigalocatequina galato, epicatequina e epicatequina galato (ARAÚJO, 2008). São encontradas em vegetais da alimentação humana tais como chá verde, cerejas, amoras, framboesas, mirtilo, uva roxa e vinho tinto. Dentre seus benefícios à saúde humana destacam-se a redução na incidência de certos tipos de câncer, redução do colesterol sérico e estimulação do sistema imunológico (COZZOLINO, 2009).

Outra classe de compostos fenólicos são os taninos (Figuras 5 e 6). Estes são solúveis em água, de massa molecular entre 500 e 3000 Dalton, que apresentam habilidades de formar complexos insolúveis em água com alcalóides, gelatina e outras proteínas. São importantes componentes gustativos, sendo responsáveis pela adstringência de muitos frutos e produtos vegetais. Sugere-se que os possíveis mecanismos de ação dos taninos no organismo estejam relacionados a três propriedades: a complexação com íons metálicos (ferro, manganês, vanádio, cobre, alumínio, cálcio, entre outros); a atividade antioxidante e seqüestradora de radicais livres e a habilidade de complexar com macromoléculas, tais como proteínas e polissacarídeos (NIEMETZ; GROSS, 2005; SIMÕES et al., 2007). No organismo humano atuam como antioxidante, anti-séptico, cicatrizante e vasoconstritor. Em excesso podem reduzir significativamente a biodisponibilidade mineral e a digestibilidade protéica da refeição (COZZOLINO, 2009; HASLAM, 1996).

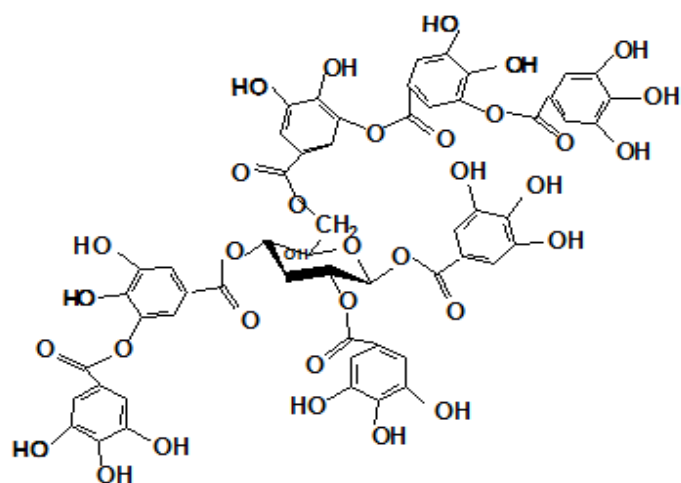


Figura 5 Estrutura química do ácido tânico

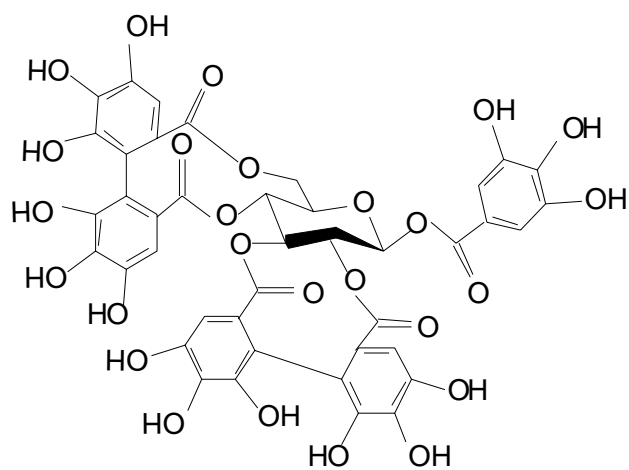


Figura 6 Estrutura química da casuarictina

Os polifenóis podem regular a atividade das enzimas antioxidantes endógenas e detoxificantes, inibindo as enzimas produtoras de carcinógenos, no processo de detoxificação do organismo. Os polifenóis do chá verde inibem o câncer por bloquearem a formação de substâncias cancerígenas; suprimem a ativação da carcinogênese e aumentam a detoxificação de agentes cancerígenos (SALGADO, 2009).

Os carotenóides são uma família de pigmentos abundantemente encontrados na natureza, sendo os responsáveis pela cor da maioria das frutas e vegetais, que pode variar desde o amarelo até o vermelho vivo. Dos mais de 600 carotenóides existentes na natureza, aproximadamente 20 estão presentes no plasma e tecidos humanos, destacando-se: o alfa-caroteno, beta-caroteno, beta-criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina (COZZOLINO, 2009).

Esses compostos são importantes na dieta devido ao fato que muitos deles se convertem em vitamina A no organismo. Estudos têm demonstrado também que os carotenóides atuam como antioxidantes, protegendo as células dos danos oxidativos e, conseqüentemente, reduzindo o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas (ARAÚJO, 2008; HOLLMAN; KATAN, 1997).

Dos mais de 600 carotenóides já descobertos, cerca de 50 têm atividade biológica significativa como provitamina A. O β -caroteno (Figura 7) recebe maior atenção por possuir maior atividade de vitamina A, no entanto muitos carotenóides, com pouca ou nenhuma atividade de vitamina A (α -caroteno, licopeno), são estudados por seu potencial anticarcinogênico, devido a sua ação antioxidante. Estão presentes em frutas, vegetais amarelo-alaranjados e vegetais folhosos verde-escuros (ARAÚJO, 2008).

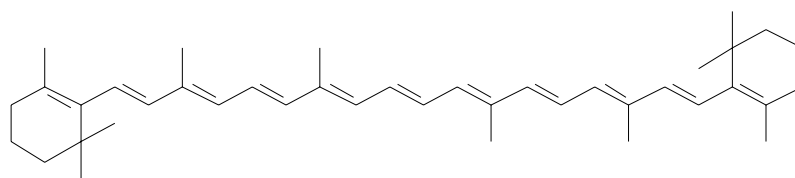


Figura 7 Estrutura química do β -caroteno

As saponinas são compostos que apresentam propriedades detergentes e surfactantes. Nas plantas que as produzem, estas apresentam funções como regulação do crescimento, defesa contra insetos e patógenos. Essas funções revelam a importância desses compostos na adaptação e sobrevivência vegetal. Dentre seus efeitos no organismo humano destacam-se os antioxidantes, em que se ligam a sais biliares e colesterol no tubo digestivo, impedindo sua absorção, além disso, possuem ação citotóxica atuando contra células tumorais (SCHENKEL; GOSMANN; ATHAYDE, 2007).

Os principais alimentos em que são encontradas saponinas são soja e alimentos derivados desta, outras leguminosas, alfafa, espinafre, beterraba, aspargos, açafrão, amendoim, nozes e folhas de chás (SPARG; LIGHT; STANDEN, 2004).

As depsidonas representam um grupo de compostos estruturalmente relacionados aos depsídeos, sendo estes considerados seus precursores. Além de ligação éster presente nos depsídeos, as depsidonas apresentam também um heterociclo adicional (HONDA; VILEGAS, 1998).

2.3 Composição centesimal de frutos

A composição centesimal corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g de um alimento, exprimindo de forma geral o seu valor nutritivo. Os grupos homogêneos de substâncias dizem respeito àqueles compostos que se encontram em praticamente todos os alimentos como umidade, lipídeos ou extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, cinzas ou resíduo mineral fixo e fração glicídica ou extrato não nitrogenado (VILAS BOAS, 1999).

O método de Weende é comumente utilizado, com algumas alterações, na determinação da composição centesimal dos alimentos (VILAS BOAS, 2006).

A determinação de umidade nos alimentos é de grande importância, pois a água exerce influência acentuada em várias de suas características como aparência, sabor, estrutura, susceptibilidade e deterioração dos alimentos. A água solubiliza compostos importantes como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos, e permite o desenvolvimento de microorganismos que podem comprometer a segurança do alimento (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A preservação do alimento pode depender do teor de umidade presente no material, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, sempre se comparam os respectivos teores de matéria seca (SILVA; QUEIROZ, 2004).

A fração extrato etéreo é constituída principalmente de lipídeos e outros constituintes lipossolúveis como vitaminas e pigmentos (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Os lipídeos são substâncias insolúveis em água, mas solúveis em éter, clorofórmio, benzeno e outros solventes orgânicos chamados de extratores.

A determinação da cinza fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. O teor de cinza pode permitir uma estimativa

dos teores de cálcio e fósforo do alimento analisado, quando se trata de certos produtos como farinha de ossos e produtos de origem marinha. Alguns alimentos de origem vegetal são ainda, ricos em sílica, o que resulta em teor elevado de cinza, todavia, esse teor não representa nenhum valor nutritivo (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

O termo proteína bruta envolve um grande grupo de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas muito diferentes. Baseando-se no fato das proteínas apresentarem porcentagem de nitrogênio quase constante, em torno de 16%, o que se faz é determinar o nitrogênio presente nesta e, por meio de um fator de conversão, transformar o resultado em proteína bruta (SILVA; QUEIROZ, 2004).

Em função de sua simplicidade e acurácia, o método de “Kjedahl” é um dos métodos mais utilizados na determinação de proteínas, permitindo a determinação do teor de proteína dos alimentos indiretamente, através da determinação do nitrogênio total do alimento, oriundo principalmente, do grupo amino das proteínas (VILAS BOAS, 1999).

As fibras são constituídas por uma associação de polímeros de alto peso molecular, compreendendo dois grupos químicos um com estrutura de polissacarídeos vegetais como a celulose, a hemicelulose e as pectinas; e outro sem a referida estrutura, como a lignina, as gomas e mucilagens. A celulose e hemicelulose são encontradas tipicamente nos vegetais, variando em quantidade (FRANCO, 2003).

A fibra bruta compreende os componentes da parede celular dos vegetais que não são digeridos pelo organismo humano, como as frações de celulose, hemicelulose e lignina insolúvel. É a parte dos carboidratos resistente ao tratamento sucessivo com ácido e base diluídos, representando a grande parte da fração fibrosa dos alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2004).

A fração glicídica, extrato não nitrogenado, ou ainda, fração nifext (Nitrogen Free Extract), constitui-se na porção glicídica do alimento, a exceção da fração fibra. Diz respeito à porção de carboidratos do alimento, passível de ser digerida e utilizada como fonte de energia pelos seres humanos (VILAS BOAS, 1999).

O valor calórico de um alimento refere-se à quantidade de calorias que este pode oferecer ao organismo, de forma a proporcionar ao corpo a energia suficiente para realização das atividades diárias. O teor calórico de um alimento pode ser calculado em função de seu conteúdo de macronutrientes, utilizando-se os fatores de conversão de Atwater: 4 Kcal/g de proteína; 4 Kcal/g de carboidrato e 9 Kcal/g de lipídeo (RODRIGUES, 2010).

Importantes atributos relacionados à qualidade de frutos são o pH, a acidez titulável total, os teores de sólidos solúveis totais e açúcares solúveis totais e as fibras solúveis.

O pH determina a concentração hidrogeniônica de uma solução. Os dois métodos comumente usados para medir a acidez de frutos e hortaliças são a porcentagem de ácidos orgânicos e a concentração de íons hidrogênio ou pH (VILAS BOAS, 1999).

Os sólidos solúveis totais são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto. O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação em decorrência do processo respiratório ou a conversão de açúcares, pois este período corresponde ao de maior atividade metabólica (VILAS BOAS et al., 2001).

Os açúcares solúveis totais são tidos como indicadores do grau de maturidade e estão relacionados com o sabor dos frutos. O amadurecimento, em geral, conduz a uma maior doçura, devido ao aumento nos teores de açúcares simples decorrentes de processos biossintéticos ou degradativos dos polissacarídeos presentes nos frutos (RODRIGUES, 2010).

2.4 Radicais livres e lesão celular

Radical livre (RL) é todo átomo ou molécula que possui elétrons não pareados em sua camada externa. São intermediários instáveis que se multiplicam em cascata, têm uma vida média extremamente curta e são interceptados por dois modos, pela ação dos agentes antioxidantes endógenos ou exógenos; ou pelo mecanismo de oxidorredução, quando dois radicais se ligam (OLSZEWER, 2008).

Os RL cujo elétron encontra-se centrado nos átomos de oxigênio ou nitrogênio são denominados, respectivamente, de espécies reativas de oxigênio (ERO) e espécies reativas de nitrogênio (ERN). No organismo encontram-se envolvidos com a produção de ATP, fagocitose, regulação do crescimento celular, entre outros (ABRAHÃO, 2007).

A produção de RL ocorre naturalmente como um processo fisiológico. Porém, em determinadas condições, pode ocorrer elevação na produção de ERO, levando ao estresse oxidativo, durante o qual algumas destas espécies reativas, tais como o radical superóxido ($O_2\bullet$), radical hidroxil ($OH\bullet$) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), podem produzir danos ao organismo como a lipoperoxidação de lipídios insaturados das membranas celulares (LEMOS, 2006).

A lesão induzida por RL, particularmente pelas espécies reativas de oxigênio, é uma via final comum de lesão celular, na qual há variados processos, tais como lesão química ou por radiação, toxidez do oxigênio e outros gases, envelhecimento celular, morte microbiana por células fagocíticas e dano inflamatório (OLSZEWER, 2005).

Os RL, por serem extremamente reativos e instáveis, participam de reações com substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, proteínas, lipídeos, carboidratos, particularmente moléculas importantes nas membranas celulares e ácidos nucleicos (LEMOS, 2006).

Os efeitos dos RL são amplos, mas quatro reações são particularmente relevantes para o mecanismo de lesão celular, peroxidação lipídica das membranas, modificações oxidativas das proteínas, lesões no ácido desoxirribonucléico (DNA) e lesão de reperfusão (OLSZEWER, 2008).

Espécies radicalares, na presença de oxigênio, podem causar peroxidação de lipídeos dentro das membranas citoplasmáticas e das organelas. Os ácidos graxos insaturados dos lipídeos da membrana possuem ligações duplas entre alguns átomos de carbono. Tais ligações são vulneráveis ao ataque pelos radicais livres derivados do oxigênio, particularmente pela hidroxila. As interações lipídeo-radical liberam peróxidos que são em si espécies reativas, iniciando a subsequente redução de outro ácido graxo. Segue-se uma cadeia de reações autocatalíticas, resultando em extenso dano à membrana citoplasmática e das organelas (OLSZEWER, 2002). Promovem ainda ligação cruzada, mediada por sulfidrilas, de aminoácidos, tais como metionina, histidina, cistina e lisina, além de causarem fragmentação de cadeias polipeptídicas. Essa modificação oxidativa aumenta a degradação de enzimas importantes por proteases neutras citossólicas, aumentando a destruição dentro da célula (OLSZEWER, 2002).

As reações de radicais livres com a timina do DNA produzem quebras unifilamentares do DNA, e tais danos estão implicados tanto na morte celular como na transformação maligna das células (carcinogênese). O DNA mitocondrial também pode ser afetado (OLSZEWER, 2008).

Os estudos indicam que os radicais livres agem acelerando o processo degenerativo e a perda da estabilidade celular, provocando situações adversas ao organismo e seus tecidos, favorecendo a perda da homeostasia do meio interno (OLSZEWER, 2005).

Nos últimos anos, uma quantidade substancial de evidências tem indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes

responsáveis pelo envelhecimento, pelas doenças auto-imunes e doenças infecciosas e/ou inflamatórias e pelas doenças degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares, hepatopatias, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais. Os danos no DNA causados pelos radicais livres também desempenham um papel importante nos processos de mutagênese e carcinogênese (ABRAHÃO, 2007; ATOUI et al., 2005).

2.5 Antioxidantes

Antioxidantes são um conjunto heterogêneo de substâncias formado por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e, ainda, enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres, formados nas reações metabólicas ou por fatores exógenos, ao organismo. A geração de radicais livres, fisiológica ou não, é normalmente equilibrada pela ação dos antioxidantes endógenos e exógenos (OU; HAMPSCH-WOODILL; PRIOR, 2001).

Os endógenos, produzidos pelo próprio organismo, são classificados em enzimáticos (superóxidos dismutases citoplasmática e mitocondrial, catalase, glutathione peroxidase, glutathione reductase) e não enzimáticos (glutathione, ácido lipóico, albumina, ubiquinona, metalotioneínas, transferrina, ceruloplasmina); os exógenos ou dietéticos, são adquiridos por meio da ingestão alimentar (ácido ascórbico, tocoferol, carotenóides, compostos fenólicos e demais metabólitos secundários vegetais, zinco, cobre, selênio e magnésio) e juntos promovem reciclagem e reações de regeneração que otimizam a proteção contra os radicais livres (SHAHIDI; HO, 2007).

Tais antioxidantes exógenos são muito diversos, sendo comumente encontrados em vegetais, as vitaminas C e E, os carotenóides, os flavonóides e os compostos fenólicos (OU et al., 2002).

Os mais abundantes nos alimentos são os compostos fenólicos, destacando-se os flavonóides. Esses podem ser classificados em sete grupos, as flavonas, flavanonas, flavonóis, flavanonóis, isoflavonas, flavanóis (catequinas) e antocianidinas. Em geral folhas, flores e frutos contêm glicosídeos de flavonóides, enquanto tecidos lignificados, como cascas, possuem agliconas e as sementes contêm ambos (SHAHIDI; HO, 2007).

As substâncias antioxidantes atuam em diferentes níveis na proteção do organismo. O primeiro mecanismo de defesa contra os radicais livres é impedir a sua formação, principalmente pela inibição das reações em cadeia com o ferro e o cobre. Os antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e a perda da integridade celular (ABRAHÃO, 2007). O outro mecanismo de proteção é o reparo das lesões causadas pelos radicais. Esse processo está relacionado com a remoção de danos da molécula de DNA e a reconstituição das membranas celulares danificadas. Em algumas situações pode ocorrer uma adaptação do organismo em resposta a geração desses radicais com o aumento da síntese de enzimas antioxidantes (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

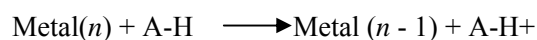
2.6 Métodos para avaliação da atividade antioxidante

Segundo Shahidi e Ho (2007) existem numerosos métodos para se verificar a atividade antioxidante de compostos e esses devem ser classificados em duas categorias. A primeira mede a habilidade dos antioxidantes em inibir a oxidação *in vitro*, num sistema modelo, monitorando-se as alterações por meio do uso de meios físicos, químicos e instrumentais, são os chamados métodos de captura de radicais. A segunda avalia a atividade antioxidante de um composto

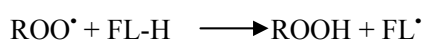
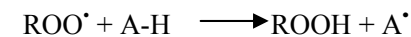
em diferentes experimentos com culturas de células, para a prevenção da carcinogênese. Pode-se, em tais ensaios, avaliar possíveis efeitos de antioxidantes componentes dos alimentos.

Entre os métodos propostos para avaliar a atividade antioxidante, destacam-se a capacidade antioxidante de seqüestro do radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolono-6-ácido sulfônico (ABTS⁺), o potencial total de absorção de radicais, o poder antioxidante de redução do ferro, a capacidade de absorção de radicais de oxigênio, o sistema β -caroteno/ácido linoléico e o seqüestro de radicais 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) (OU et al., 2002).

Considerando-se os mecanismos das reações, os métodos de captura de radicais são baseados em reações de transferência do elétron (TE) (Equação 1) ou reações de transferência do átomo do hidrogênio (TH) (Equações 2 e 3) entre um oxidante e um radical livre.



Equação 1: Reações de transferência de elétron



Equação 2: Reações de transferência de hidrogênio

Para os métodos baseados na transferência de elétrons, como o poder de redução do ferro, o sequestro de radicais ABTS⁺ e o seqüestro de radicais DPPH, os antioxidantes interagem com oxidantes, tais como o ferro (III), o DPPH ou o ABTS⁺. Como resultado, um elétron livre é transferido da molécula antioxidante ao oxidante. A mudança de absorbância do antioxidante ou do oxidante é medida por um espectrofotômetro de luz ultravioleta, no visível,

sendo os valores das absorvâncias usados para quantificar a capacidade redutora do antioxidante (OU et al. 2002).

Os métodos baseados na transferência do átomo de hidrogênio, como o poder antioxidante de redução do ferro, a capacidade de absorção de radicais de oxigênio, utilizam um radical iniciador para gerar um radical peroxil (ROO•), que abstrai um átomo de hidrogênio do antioxidante, preferencialmente. Como resultado, a reação entre o radical peroxil e a molécula marcadora do teste (geralmente fluorescente - FL) é retardada ou inibida, de modo que a molécula não perde sua fluorescência (OU; HAMPSCH-WOODILL; PRIOR, 2001).

Pulido, Bravo e Saura-Calixto (2000) descrevem o método Poder Antioxidante de Redução do Ferro, como uma alternativa desenvolvida para determinar a redução do ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas de compostos puros. O método pode ser aplicado não somente para estudos da atividade antioxidante em extratos de alimentos e bebidas, mas, também, para o estudo da eficiência antioxidante de substâncias puras, com resultados comparáveis àqueles obtidos com outras metodologias mais complexas.

O seqüestro de radicais ABTS⁺ avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiozolino-6-ácido sulfônico (ABTS⁺), quando comparada com uma quantidade padrão do antioxidante sintético Trolox® (ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano), um análogo da vitamina E, solúvel em água (SANTOS et al., 2003).

A atividade dos compostos testados é expressa em valores TEAC, definidos como a concentração de Trolox que possui a mesma atividade que 1 mM da substância antioxidante investigada. Os compostos são considerados ativos quando o valor de TEAC é próximo ao da substância de referência ou padrão (RE et al., 1999).

O método capacidade de absorção de radicais de oxigênio, mede a atividade seqüestradora de radical peroxil, induzido pelo 2,2-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloro (AAPH). Nesse ensaio a fluoresceína é usada como fluorescente. A perda de fluorescência indica a reação da fluoresceína com o radical peroxil. A atividade do antioxidante é tanto maior quanto for a manutenção da fluorescência. Esse método permite identificar o grau de inibição e o tempo de inibição do antioxidante sobre o radical, à medida que as reações ocorrem (OU; HAMPSCH-WOODILL; PRIOR, 2001).

No método de autoxidação do Sistema β -Caroteno/Ácido Linoléico, os produtos da peroxidação do ácido graxo são capazes de reagir com o β -caroteno, produzindo descoloração na solução amarelo-alaranjada. A presença de uma substância antioxidante na mistura protege o ácido linoléico da autoxidação, impedindo tal descoloração. A mistura reagente consiste em ácido linoléico, β -caroteno, água e a substância a ser investigada. Normalmente o 3,5- Di-tert-butil-4-hidroxiltolueno (BHT) é usado como referência (JARDINI; FILHO, 2007) (Figura 8).

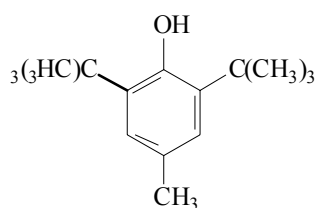
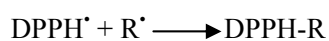
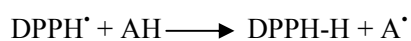


Figura 8 Estrutura química do BHT

O método de seqüestro de radicias DPPH em solução metanólica é normalmente indicado para avaliar a atividade antioxidante de compostos específicos ou extratos. A redução do DPPH (Equação 3 e Figura 9) é monitorada pelo decréscimo das absorbâncias da mistura reacional, sendo as leituras realizadas a 515 nm (RUFINO et al., 2007).



Equação 3: Redução do DPPH

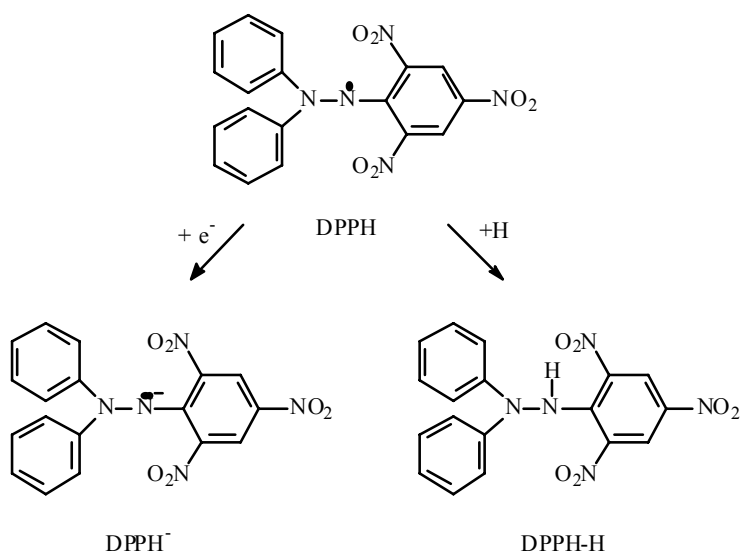


Figura 9 Possíveis mecanismos de redução do DPPH

Estudos sugerem que o método de sequestro do radical DPPH é um teste simples e acurado para mensuração da atividade antioxidante de sucos e extratos de frutas e vegetais (FERNADÉZ-PACHÓN et al., 2006; SÁ, 2008).

2.7 Diabetes *mellitus*

Há quase um século o médico Willian Osler definiu o Diabetes *mellitus* como “uma síndrome provocada por um distúrbio no metabolismo dos carboidratos, oriundo de diversas causas, com o surgimento de glicose na urina, associada à sede, poliúria, emagrecimento e oxidação imperfeita dos lipídeos” (RUBIN et al., 2006).

Atualmente o diabetes representa um importante problema de saúde pública que afeta números crescentes de indivíduos em todo o mundo (DEEDWANIA, 2004). Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes - SBD (2007) são reconhecidas duas formas principais de diabetes, classificadas pela sua fisiopatologia subjacente.

O Diabetes *mellitus* tipo 1, também denominado *Diabetes Juvenil*, é causado por destruição auto-imune das células β , produtoras de insulina, nas ilhotas pancreáticas e afeta menos de 10% de todos os pacientes com diabetes (REES; ALCOLADO, 2005). A doença caracteriza-se pela presença de poucas células β funcionais, ou mesmo pela ausência total dessas células nas Ilhotas de Langerhans, e pela redução substancial ou inexistência da secreção de insulina (CONTRAN; KUMAR; ROBBINS, 1996).

Diversos fatores foram apontados como responsáveis pela patogenia do Diabetes *mellitus* tipo 1, como fatores genéticos, auto-imunidade e fatores ambientais (exposição a vírus e substâncias químicas). Dentre as principais manifestações clínicas do Diabetes *mellitus* tipo 1 destacam-se a descompensação metabólica aguda, caracterizada por cetoacidose e

hiperglicemia, precedidas por poliúria, polidipsia, polifagia e perda de peso (RUBIN et al., 2006).

O Diabetes *mellitus* tipo 2 ou *Diabetes da Maturidade*, está tipicamente associado à obesidade e resulta de uma interrelação completa entre resistência à ação metabólica da insulina nos tecidos-alvo (fígado, musculatura esquelética e tecido adiposo) e secreção inadequada de insulina pelo pâncreas. É um distúrbio heterogêneo caracterizado por diminuição da sensibilidade tissular à insulina e comprometimento da secreção de insulina (SHILLS et al., 2003). Em geral a doença se desenvolve em adultos, com uma prevalência maior entre obesos e idosos. Recentemente tem-se observado um aumento da incidência do Diabetes *mellitus* tipo 2 em adultos jovens e adolescentes, devido ao agravamento da obesidade e do sedentarismo nesse grupo etário (BEILIN; HUANG, 2008).

A hiperglicemia no Diabetes *mellitus* tipo 2 não é causada pela destruição de células β , mas sim, representa uma falha dessas células em compensar um aumento da demanda por insulina no corpo. Essa hiperglicemia pode alterar o ponto de ajuste entre os níveis de glicose e secreção de insulina num processo conhecido como toxicidade da glicose. Tal anormalidade funcional é específica para a glicose, uma vez que as células β mantêm a habilidade de resposta a outros secretagogos, como os aminoácidos (RUBIN et al., 2006; SRINIVASAN; RAMARAO, 2007).

A resistência à insulina periférica é um componente fundamental na patogenia do Diabetes *mellitus* tipo 2. Na obesidade, diversos produtos liberados de adipócitos (ácidos graxos livres, fator de necrose tumoral α adipocinas) afetam a sensibilidade periférica à insulina. Os níveis plasmáticos desses produtos são bastante influenciados pela distribuição da gordura corporal, em especial a adiposidade visceral-abdominal em relação à subcutânea (CARVALHEIRA; ZECCHIN; SAAD, 2002).

Nos indivíduos obesos a liberação de mediadores inibitórios pelo tecido adiposo interfere na cascata de sinalização da insulina porque interrompe a propagação da fosforilação de resíduos de tirosina em proteínas. A hiperinsulinemia, secundária à resistência à insulina, também diminui o número de receptores de insulina na membrana plasmática (CZECH; CORVERA, 1999).

A resistência à insulina e a hiperinsulinemia compensatória estão estreitamente relacionadas a um conjunto de fatores de risco cardiovasculares que podem estar presentes tanto em pessoas obesas e sedentárias quanto em pacientes com Diabetes *mellitus* tipo 2. Esses fatores de risco são denominados coletivamente de Síndrome Metabólica (CARVALHEIRA; ZECCHIN; SAAD, 2002).

Atualmente existem três definições de Síndrome Metabólica, propostas por entidades diferentes. A proposta da Organização Mundial de Saúde (OMS) define a Síndrome Metabólica como a resistência à insulina e/ou alteração na glicemia de jejum somado a dois dos fatores: obesidade ($IMC > 30\text{Kg/m}^2$) e/ou relação cintura/quadril $> 0,9$ para homens e $> 0,85$ para mulheres; dislipidemia (HDL-colesterol $< 35\text{mg/dL}$ nos homens e $< 40\text{ mg/dL}$ nas mulheres e/ou triacilgliceróis $>150\text{mg/dL}$); hipertensão (pressão arterial $>140/90\text{ mmHg}$ e/ou uso de medicação anti-hipertensiva); microalbuminúria (relação albumina/creatinina $25 - 250\text{ mg/g}$) (ALBERTI; ZIMMET, 1998; BALKAU; CHARLES, 1999).

A definição do National Cholesterol Education Program – NCEP (2001) preconiza que a Síndrome Metabólica será diagnosticada quando pelo menos três dos critérios estiverem presentes: diâmetro abdominal $>102\text{ cm}$ nos homens e $> 88\text{ cm}$ nas mulheres; glicemia de jejum $\geq 100\text{mg/dL}$; HDL-colesterol $< 40\text{ mg/dL}$ nos homens e $< 50\text{ mg/dL}$ nas mulheres; triacilgliceróis $\geq 150\text{ mg/dL}$; pressão arterial $\geq 130/85\text{ mmHg}$ e/ou uso de medicação anti-hipertensiva (GRUNDY et al., 2005).

Conforme o consenso da International Diabetes Federation (IDF), a Síndrome Metabólica será diagnosticada quando a obesidade central estiver presente, ou seja, quando o diâmetro abdominal for igual a 94 cm nos homens e 80 cm nas mulheres, somada a pelo menos dois dos fatores: hipertrigliceridemia ($> 150\text{mg/dL}$) ou tratamento específico; baixo HDL-colesterol ($< 40\text{ mg/dL}$ para homens e $< 50\text{mg/dL}$ para mulheres) ou tratamento específico; hipertensão (pressão arterial = $130/85\text{mmHg}$) e/ou tratamento para hipertensão; glicemia de jejum $=100\text{mg/dL}$ (SANDHOFER et al., 2007; ZIMMET; ALBERTI; SHAW, 2005).

De acordo com Liberopoulos, Mikhailidis e Elisaf (2005) a Síndrome Metabólica é uma constelação de anormalidades inter-relacionadas que elevam o risco cardiovascular e de progressão do Diabetes *mellitus* tipo 2, e que afeta mais de 40% dos americanos acima de 60 anos.

A natureza crônica, a gravidade de suas complicações e os meios necessários para controlá-lo tornam o Diabetes *mellitus* uma doença que, quando comparada a grupos de doenças, demonstra significativo impacto na morbimortalidade e nos problemas de saúde que afetam a qualidade de vida das populações (SBD, 2007).

2.8 Modelos de indução do diabetes

Um dos modos mais tradicionais de se estudar o diabetes experimental em animais é por meio da remoção parcial ou total do pâncreas (REES; ALCOLADO, 2005).

No entanto, alternativas não cirúrgicas para indução da hiperglicemia também estão disponíveis e incluem a administração de toxinas como a estreptozotocina, a aloxana, a ciclofosfamida, a ditizona, a 8-hidroxiquinolona,

dentre outras. Dentre elas, as mais freqüentemente empregadas nos estudos com diabetes são a estreptozotocina e a aloxana (REED et al., 2000).

A estreptozotocina é um derivado da nitrosuréia, isolado a partir do fungo *Streptomyces achromogenes* e possui ampla atividade antibiótica e anti-neoplásica. É um potente agente alquilante que tem demonstrado interferência no transporte de glicose, na funcionalidade da glicoquinase e indução de quebras na molécula de DNA (DELFINO et al., 2002).

Uma dose única e maciça de estreptozotocina é capaz de induzir diabetes em roedores, provavelmente como resultado dos efeitos tóxicos diretos sobre o tecido do pâncreas (SORIA et al., 2000).

Em roedores, a injeção endovenosa de estreptozotocina é administrada em uma das veias da cauda, embora possa ser realizada em qualquer outro sítio venoso. A dose utilizada nos estudos varia entre 40 e 60 mg/Kg de peso do animal (DELFINO et al., 2002).

Em animais susceptíveis, a estreptozotocina induz um diabetes insulino-pênico. O desenvolvimento da hiperglicemia nestes animais se dá por destruição das células β pancreáticas, resultando em deficiência de insulina, em vez de resistência à insulina. Neste caso os sintomas são mais típicos do Diabetes *mellitus* tipo 1 do que do tipo 2 (SRINIVASAN; RAMARAO, 2007).

A hiperglicemia nos pacientes portadores de Diabetes *mellitus* tipo 2 não está associada à absoluta hipoinsulinemia e estudos mostram que a concentração de insulina circulante nesses pacientes é comparável à de indivíduos normais. A transição do pré-diabetes para o diabetes tipo 2 ocorre quando a capacidade secretora das células β pancreáticas do paciente não consegue compensar a resistência dos tecidos à ação da insulina (RUBIN et al., 2006)

Essa seqüência de eventos não ocorre espontaneamente em roedores, nem mesmo nos tratamentos com doses maciças de toxinas, a menos que

ocorram manipulações genéticas para formas de obesidade e de desregulação dos níveis de leptina (REED et al., 2000).

No entanto, animais geneticamente modificados são de alto custo e não estão facilmente disponíveis para o uso com propósitos investigativos em experimentos de rotina (LUO et al., 1998).

Porém, a literatura mostra que a história natural do Diabetes *mellitus* tipo 2 no paciente pode ser reproduzida em modelos animais, utilizando-se dietas com altos teores lipídicos, associadas a administração de pequenas doses de estreptozotocina (LUO et al. 1998; REED et al., 2000; REES; ALCOLADO, 2005; SRINIVASAN et al., 2005).

Estudos prévios demonstraram indução da resistência à insulina em ratos machos, Sprague Dawley, com dietas de teor protéico entre 40 e 60% e dose única de 25 a 50mg/Kg de estreptozotocina (KRAEGER; CLARK; JENKINS, 1991; REED et al., 2000; REES; ALCOLADO, 2005; SRINIVASAN et al., 2005).

Srinivasan et al. (2005) obtiveram sucesso tratando os animais Sprague-Dawley com dieta hiperlipídica (58% de lipídeo, 25% de proteína e 17% de carboidrato) e dose única de estreptozotocina de 35mg/Kg, via intraperitoneal. A hiperglicemia se manteve por um período de 10 semanas.

Reed et al. (2000) trataram os animais Sprague-Dawley com dieta hiperlipídica (40% de lipídeo, 18% de proteína e 41% de carboidrato) e dose única de estreptozotocina de 50mg/Kg, endovenosa.

2.9 *Syzygium cumini* (L.) Skeels

Da família Myrtaceae, o gênero *Syzygium* inclui inúmeras árvores e arbustos cultivados por sua folhagem ornamental e frutos comestíveis. Esse gênero (sinonímia: *Eugenia*, família: Myrtaceae) possui 14 espécies que incluem

Syzygium uniflora, *Syzygium punissifolia*, *Syzygium jambos* (L.) Alst. e *Eugenia jambolana* Lam., também chamada *Syzygium cumini* (L.) Skeels ou *Syzygium jambolanum* (PEPATO et al., 2001). Todas elas têm sido descritas por seus efeitos fisiológicos em várias espécies, inclusive no homem.

No Brasil, tanto *Syzygium jambos* quanto *Eugenia jambolana* e *Syzygium cumini* (L.) Skeels são conhecidos popularmente como “jambolão” (Figura 10) (TEIXEIRA et al., 1990).



Figura 10 Aspectos gerais da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels

As árvores dessa espécie crescem rapidamente, mas o tamanho real é normalmente atingido em 40 anos. A altura média das árvores é de 10 metros e 3 a 4,5 metros de diâmetro de projeção da copa, com folhagem abundante, ramos de cor cinza-clara, com fissuras escuras e cicatrizes foliares bastante aparentes. As folhas são simples, pecioladas, lanceoladas, com margem ondulada. As flores, de coloração branca a creme, estão dispostas em inflorescências axilares, plurifloras compostas, sendo semelhantes quanto à forma observada em outros gêneros pertencentes à família Myrtaceae. Os frutos são carnosos do tipo baga, elípticos, apresentando cerca de 3 a 4 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, com pericarpo de coloração roxa escura intensa, apresentando apenas uma semente. O mesocarpo é carnoso e succulento com sabor agridoce, oferecendo forte sensação de adstringência (ALBERTON et al., 2001; SÁ, 2008).

2.10 *Syzygium paniculatum* Gaertn.

Syzygium paniculatum Gaertn. (Figura 11) é uma espécie nativa da Austrália, tendo sido descrita pela primeira vez pelo botânico Gaertner, em 1789, quem a batizou de *Eugenia paniculata*. Posteriormente, tem recebido diferentes denominações incluindo *Myrtus paniculata* e *Eugenia myrtifolia* (LEBRUN; TOUSSAINT; ROGGEMANS, 1998).



Figura 11 Aspectos gerais da espécie *Syzygium paniculatum* Gaertn.

Syzygium paniculatum Gaertn. é um arbusto perene subtropical, nativo da Austrália. Possui folhas ovais, verde-escuras, formadas aos pares. O termo *paniculatum* refere-se à panícula formada pelas inflorescências. Sua casca é particularmente escamosa. Floresce no verão, dando origem a inflorescências brancas que originam frutos vermelhos ou magenta, carnudos e comestíveis (com consistência esponjosa), ovóides e com cerca de 20 mm de comprimento, 1,5 cm de diâmetro e uma semente grande. Devido aos frutos, a árvore é também chamada pincelagem cereja australiana (LONGO et al., 2007).

Embora o fruto seja comestível, até o presente, tem sido utilizado na Austrália para decorar bolos. Na Nova Zelândia, os frutos são utilizados na produção de doces de fruta. Nos Estados Unidos e Europa, a *E. myrtifolia* é

utilizada apenas como uma planta ornamental de cobertura, sendo o cultivo limitado às zonas livres de gelo (LONGO et al., 2007).

2.11 Atividade biológica de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn.

Na cultura popular *Syzygium cumini* (L.) Skeels é conhecido por seus efeitos hipoglicemiantes. Tem sido demonstrado que a casca do tronco, os frutos, as sementes e as folhas desta planta, colhidas de diversas regiões do mundo, administradas nas diferentes formas farmacêuticas (tinturas, extrato aquoso, infusões e decoctos), são muito utilizadas na medicina popular para o tratamento do diabetes (PEPATO et al., 2001; TEIXEIRA et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2006).

Teixeira et al. (1997) estudaram o efeito hipoglicemiante do chá das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em ratos diabéticos, induzidos por estreptozotocina. O chá foi administrado como substituto da água por 81 dias e não foi observada redução significativa da glicemia pós-prandial nos animais. Posteriormente, Teixeira et al. (2000) testaram o efeito hipoglicemiante de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em humanos não-diabéticos, administrando chá das folhas após sobrecarga de glicose nos indivíduos e realizando teste de tolerância à glicose em seguida. Não observaram efeito anti-hiperglicêmico nos voluntários não-diabéticos.

Grover, Vats e Rathí (2000) testaram o efeito hipoglicemiante dos extratos aquoso e alcoólico do pó das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels, bem como do pó liofilizado, em ratos e camundongos, com diferentes intensidades de hiperglicemia. Observaram redução significativa na glicemia nos animais que possuíam formas menos graves de diabetes e concluíram que os efeitos hipoglicemiantes do jambolão são maiores, quanto menor for o comprometimento das células β -pancreáticas.

Pepato et al. (2001) estudaram o efeito da decocção das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels sobre a glicemia de ratos diabéticos, induzidos por estreptozotocina e não observaram diferenças significativas dos parâmetros peso corporal, ingestão de água e alimentos, volume urinário, glicemia, ureia urinária, glicose urinária, níveis séricos de colesterol total, triacilgliceróis, HDL-colesterol e enzima conversora de angiotensina, no grupo tratado em relação ao grupo controle.

Vikrant et al. (2001) testaram os efeitos dos extratos alcoólico e aquoso das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em ratos alimentados com frutose. Os parâmetros analisados foram peso corporal, glicemia, insulinemia e trigliceridemia. Os autores observaram que o tratamento com extrato aquoso foi o que preveniu significativamente a hiperglicemia e hiperinsulinemia nos animais alimentados com dieta rica em frutose.

Damasceno et al. (2002), estudando o efeito hipoglicemiante de saponinas extraídas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels, não observaram efeitos sobre o controle da glicemia, a poliúria, nem mesmo sobre o consumo de água e ração de ratas diabéticas, induzidas por estreptozotocina.

Sharma et al. (2003) estudaram os efeitos hipoglicemiantes e hipolipemiantes do extrato etanólico das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em coelhos diabéticos, induzidos por aloxana e observaram redução significativa da glicemia de jejum, do pico hiperglicêmico no teste de tolerância à glicose, da hemoglobina glicosilada, aumento significativo da insulinemia e do conteúdo de glicogênio no músculo e fígado.

Oliveira et al. (2005) estudaram o efeito hipoglicemiante dos extratos etanólico e aquoso das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em camundongos diabéticos e não observaram redução da glicemia.

Pepato et al. (2005), estudando o efeito hipoglicemiante do extrato aquoso da polpa liofilizada de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em ratos machos

diabéticos, induzidos por estreptozotocina, não observaram diferenças significativas dos parâmetros peso corporal, ingestão de água e alimentos, volume urinário, glicemia, ureia urinária, glicose urinária, glicogênio hepático e níveis séricos de colesterol total, triacilgliceróis ou HDL-colesterol, do grupo tratado em relação ao grupo controle.

Sridhar et al. (2005) avaliaram o efeito antidiabético do pó da semente de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em ratos diabéticos, induzidos por estreptozotocina e observaram aumento do peso corporal, declínio da glicemia de jejum, melhora na resposta ao teste de tolerância à glicose após o tratamento e aumento do glicogênio hepático, no grupo tratado com 500 mg/Kg/dia, quando comparados ao controle.

Teixeira et al. (2006), estudando os efeitos do chá das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em humanos diabéticos tipo 2, não observaram diminuição significativa dos níveis de glicemia de jejum em relação ao grupo placebo e os parâmetros índice de massa corporal, creatinina, gama-glutamil transferase, fosfatase alcalina, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, glicosúria de 24h, proteinúria de 24h, triacilgliceróis, colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol não variaram significativamente entre os grupos placebo e tratado.

Sharma et al. (2006) estudaram os extratos etanólico e aquoso da polpa do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em coelhos diabéticos, induzidos por aloxana e observaram que o extrato aquoso mostrou-se mais efetivo na redução da glicemia de jejum, na melhora da resposta ao teste de tolerância à glicose e na elevação da insulinemia. Separaram o extrato aquoso em quatro frações e observaram que duas delas demonstraram efeito hipoglicemiante e as outras duas apresentaram compostos hiperglicemiantes. Os testes *in vitro* mostraram um aumento duas vezes maior na produção de insulina pelas células β -pancreáticas de animais tratados em comparação aos não tratados. Os autores

postularam que tanto a estimulação pancreática quanto a ação direta sobre outros tecidos podem ser efeitos atribuídos à planta.

Saravanan e Pari (2008) estudaram o efeito hipoglicemiante do extrato aquoso da casca da árvore de *Syzygium cumini* (L.) Skeels em ratos e observaram redução significativa da glicemia dos animais com dose de 300 mg/Kg/dia.

Shinde et al. (2008) testaram a atividade inibitória das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels sobre as α -glicosidases e observaram que o extrato em acetona mostrou-se um potente inibidor da hidrólise da maltose. Apontaram para o fato de que a inibição de α -glicosidases possa ser um possível mecanismo de ação da planta como agente antidiabético.

Sharma, Balomajumder e Roy (2008) avaliaram o efeito da fração rica em flavonóides do extrato etanólico das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels sobre o metabolismo lipídico e de carboidratos em camundongos diabéticos, induzidos por estreptozotocina e observaram melhora significativa na tolerância à glicose, no perfil lipídico, na biossíntese do glicogênio, na captação de glicose e na resposta à insulina. Ao analisarem a composição da fração estudada, observaram a presença de flavonóides conhecidos por seu potencial antidiabético e antioxidante.

Sharma et al. (2008) testaram uma fração do extrato etanólico de *Syzygium cumini* (L.) Skeels, rica em flavonóides, sobre a glicemia e lipidemia de ratos diabéticos, induzidos por estreptozotocina. Os autores observaram redução significativa nos níveis séricos de LDL-colesterol e triacilgliceróis e aumento do HDL-colesterol dos ratos tratados em relação ao controle; observaram ainda um aumento significativo na secreção de insulina pelas células β -pancreáticas *in vitro*. No grupo tratado, a glicemia de jejum foi controlada e os testes de tolerância à glicose praticamente retornaram aos níveis normais em 60 minutos. Com relação ao parâmetro glicogênio muscular e hepático, foi

observado um aumento do conteúdo no grupo tratado em relação ao controle. Observaram também redução da atividade da enzima glicose-6-fosfatase no fígado dos animais tratados, em relação ao controle. Além disso, observaram efeitos regulatórios do extrato sobre os receptores reguladores da proliferação de peroxissomas (PPAR α e PPAR γ) que controlam o metabolismo energético e lipídico, e estão envolvidas no controle da resistência à insulina, diferenciação de adipócitos e armazenamento lipídico.

Os dados na literatura consultada sobre *Syzygium paniculatum* Gaertn. são raros e não foram encontrados estudos sobre seus efeitos biológicos.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S. A. **Qualidade da Bebida e Atividade antioxidante do café *in vivo e in vitro***. 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

ALBERTI, F. G. M. M.; ZIMMET, P. Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus, provisional report of a WHO consultation. **Diabetic Medicine**, Chichester, v. 15, p. 539–553, Apr. 1998.

ALBERTON, J. R. et al. Caracterização farmacognóstica do jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 37-50, jan. 2001.

ARAÚJO, J. M. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 477 p.

ATOUI, A. K. et al. Tea antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, Reading, v. 89, n. 1, p. 27, Jan. 2005.

AURICCHIO, M. T.; BACCHI, E. M. Folhas de *Eugenia uniflora* L. (pitanga): propriedades farmacobotânicas, químicas e farmacológicas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 1, p. 55-61, jan. 2003.

BALKAU, B.; CHARLES, M. A. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). **Diabetic Medicine**, Chichester, v. 16, p. 442-443, Dec. 1999.

BEILIN, L.; HUANG, R. Childhood obesity, hypertension, the metabolic syndrome and adult cardiovascular disease. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, Melbourne, v. 35, p. 409-411, Jan. 2008.

BERG, J. M. T.; LUBERT, J. **Bioquímica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2008. 545 p.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, fev. 1999.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, O. F. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2003. 151 p.

CARVALHEIRA, J. B. C.; ZECCHIN, H. G.; SAAD, M. J. A. Bases moleculares e fisiológicas da resistência à insulina. **Revista Brasileira de Hipertensão**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 33-38, jan. 2002.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 533 p.

COTRAN, K. S.; KUMAR, V.; ROBBINS, S. L. **Patologia Estrutural e Funcional**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996. 1022 p.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2009. 878 p.

CZECH, M. P.; CORVERA, S. Signaling mechanisms that regulate glucose transport. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 274, n. 22, p. 1865-1868, Jan. 1999.

DAMASCENO, D. C. et al. Avaliação do efeito hipoglicemiante da sapogenina extraída de sementes de *Eugenia jambolana* Lam. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 46-54, mar. 2002.

DEEDWANIA, P. C. Metabolic Syndrome and Vascular Disease. Is Nature or Nurture leading the New Epidemic of Cardiovascular Disease? **Circulation**, Boston, v. 109, p. 2-4, May 2004.

DELFINO, V. D. A. et al. Diabetes mellitus induzido por estreptozotocina: comparação em longo prazo entre duas vias de administração. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 31-36, abr. 2002.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products**: a biosynthetic approach. 2nd ed. West Sussex: Wiley, 2002. 507 p.

FERNANDÉZ-PACHÓN, M. S. et al. Determination of the phenolic composition of sherry and table white wines by liquid chromatography and their relation with antioxidant activity. **Analytica Chimica Acta**, Louisville, v. 563, p. 101-108, Mar. 2006.

FETROW, C.W.; ÁVILA, J. R. **Manual de Medicina Alternativa para o Profissional**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000. 743 p.

FILHO, D. W.; SILVA, E. L.; BOVERIS, A. Flavonóides antioxidantes de plantas medicinais e alimentos: importância e perspectivas terapêuticas. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B. **Plantas Mediciniais**: sob a ótica da química medicinal moderna. Chapecó: Agros, 2001. p. 317-334.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.

GROVER, J. K.; VATS, V.; RATHI, S. S. Anti-hyperglycemic effect of *Eugenia jambolana* and *Tinospora cordifolia* in experimental diabetes and their effects on key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 73, p. 461-470, Apr. 2000.

GROVER, J. K.; YADAV, S.; VATS, V. Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 81, p. 81-100, Apr. 2002.

GRUNDY, S. M. et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. **Circulation**, Boston, v. 112, p. 2735-2752, Aug. 2005.

HASLAM, E. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 59, p. 205-215, Nov. 1996.

HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Absorption, metabolism and health effects of dietary flavonoids in man. **Biomedicine e Pharmacotherapy**, França, v. 51, p. 305-310, Sept. 1997.

HONDA, N. K.; VILEGAS, W. A química dos líquens. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 110-125, jun. 1998.

JARDINI, F. A.; FILHO, J. M. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 137-147, jan. 2007.

KRAEGEN, E. W.; CLARK, P. W.; JENKINS, A. B. Development of muscle insulin resistance after liver insulin resistance in high-fat-fed rats. **Diabetes**, Washington, v. 40, p. 1397-1403, June 1991.

LEBRUN, A.; TOUSSAINT, A. N.; ROGGEMANS, J. Description of *Syzygium paniculatum* Gaertn. 'Vertaine' and its propagation by stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, Riverport Lane, v. 75, p. 103-111, Aug. 1998.

LEITE, J. P. V. **Fitoterapia**: bases científicas e tecnológicas. São Paulo: Atheneu, 2008. 344 p.

LEMOS, A. H. **Controle e Prevenção de Doenças pela Medicina Natural e Ortomolecular**. São Paulo: Atheneu, 2006. 331 p.

LIBEROPOULOS, E. N.; MIKHAILIDIS, D. P.; ELISAF, M. S. Diagnostic in Obesity Comorbidities: diagnosis and management of the metabolic syndrome in obesity. **Obesity Reviews**, Logan, v. 6, p. 283-296, June 2005.

LIMA, R. K. **Óleos essenciais de *Myristica fragrans* Houtt. e de *Salvia microphylla* H.B.K.:** caracterização química, atividade biológica e antioxidante. 2008. 162 p. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

LIU, R. et al. Production of soybean isoflavone genistein in non-legume plants via genetically modified secondary metabolism pathway. **Metabolic Engineering**, Cambridge, v. 9, p. 1-7, Sept. 2007.

LOIZZO, M. R. et al. *In vitro* inhibitory activities of plants used in Lebanon traditional medicine against angiotensin converting enzyme (ACE) and digestive enzymes related to diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 119, n. 1, p. 109-116, June 2008.

LONGO, L. et al. Anthocyanins from *Eugenia myrtifolia* Sims. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlim, v. 8, p. 329-332, Aug. 2007.

LUO, J. et al. Nongenetic mouse models of non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Metabolism**, Boston, v. 47, n. 6, p. 663-668, June 1998.

MAEDA, J. A. et al. Craveiro-da-índia: características físicas das sementes e seus efeitos na germinação e desenvolvimento vegetativo. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 1, p. 23-36, jan. 1990.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2007. 736 p.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 285, p. 2486-2497, Aug. 2001.

NIEMETZ, R.; GROSS, G. G. Enzymology of gallotannin and ellagitannin biosynthesis. **Phytochemistry**, Egham Hill, n. 66, p. 2001-2011, June 2005.

OLIVEIRA, A. C. P. et al. Effect of the extracts and fractions of *Baccharis trimera* and *Syzygium cumini* on glycaemia of diabetic and non-diabetic mice. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 102, p. 465-469, Aug. 2005.

OLSZEWER, E. **Clínica Ortomolecular**. 2. ed. São Paulo: Rocca, 2008. 544 p.

OLSZEWER, E. **Como vencer a batalha contra o Envelhecimento**. São Paulo: Ícone, 2005. 159 p.

OLSZEWER, E. **Tratado de Medicina Ortomolecular e Bioquímica Médica**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 2002. 558 p.

OU, B. et al. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 3122-3128, Apr. 2002.

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R. L. Development and validation of an improved Oxygen Radical Absorbance Capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, p. 4619-4626, Sept. 2001.

PEPATO, M. T. et al. Fruit of the jambolan tree (*Eugenia jambolana* Lam.) and experimental diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 96, p. 43-48, Oct. 2005.

PEPATO, M. T. et al. Lack of antidiabetic effect of a *Eugenia jambolana* leaf decoction on rat streptozotocin diabetes. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 34, p. 389-395, Jan. 2001.

PINTO, W. S. et al. Caracterização física, físico química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, set. 2003.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 3396-3402, June 2000.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, Los Angeles, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, Sept. 1999.

REED, M. J. et al. A new rat model of type 2 diabetes: the fat-fed, streptozotocin-treated rat. **Metabolism**, Boston, v. 49, n. 11, p. 1390-1394, Nov. 2000.

REES, D. A.; ALCOLADO, J. C. Animal models of diabetes mellitus. **Diabetic Medicine**, Chichester, v. 22, p. 359-370, July 2005.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e Processamento Mínimo de Pitaia Nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do Cerrado Brasileiro**. 2010. 177 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RUBIN, E. et al. **Patologia**: bases clinicopatológicas da medicina. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2006. 1625 p.

RUFINO, M. S. do M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: EMBRAPA, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico).

SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels)**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SALGADO, J. M. **Guia dos Funcionais**: Dieta Alimentar para Manter a Saúde e Evitar Doenças. Rio de Janeiro: Ediouro, 2009. 192 p.

SANDHOFER, A. et al. Comparison of different definitions of the metabolic syndrome. **European Journal of Clinical Investigation**, Ioannina, v. 37, p. 109-116, Nov. 2007.

SANTOS, L. C. et al. Atividade antioxidante de xantonas isoladas de espécies de *Leiothrix* (Eriocaulaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 67-74, mar. 2003.

SARAVANAN, G.; PARI, L. Hypoglycaemic and antihyperglycaemic effect of *Syzygium cumini* bark in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Pharmacology and Toxicology**, Faisalabad, v. 3, n. 1, p. 1-10, Aug. 2008.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 711-740.

SHAHIDI, F.; HO, C. **Antioxidant Measurement and Applications**. Washington: Oxford University, 2007. 956 p.

SHARMA, B.; BALOMAJUMDER, C.; ROY, P. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of flavonoid rich extract from *Eugenia jambolana* seeds on streptozotocin induced diabetic rats. **Food and Chemical Toxicology**, Andover, v.46, p. 2376-2383, Mar. 2008.

SHARMA, B. et al. Effects of flavonoid-rich extract from seeds of *Eugenia jambolana* (L.) on carbohydrate and lipid metabolism in diabetic mice. **Food Chemistry**, Reading, v. 110, p. 697-705, Feb. 2008.

SHARMA, B. S. et al. Antihyperglycemic effect of the fruit-pulp of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 104, p. 367-373, Jan. 2006.

SHARMA, B. S. et al. Hypoglycaemic and hypolipidemic effect of ethanolic extract of seeds of *Eugenia jambolana* in alloxan-induced diabetic rabbits, **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 85, p. 201–206, Nov. 2003.

SHILLS, M. E. et al. **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003. v. 2, 2106 p.

SHINDE, J. et al. α -Glucosidase inhibitory activity of *Syzygium cumini* (Linn.) seeds seed kernel in vitro and Goto-Kakizaki (GK) rats. **Carbohydrate Research**, Knoxville, v. 343, p. 1278-1281, Mar. 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 235 p.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 1102 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus**. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2007. 168 p.

SORIA, B. et al. Insulin-secreting cells derived from embryonic stem cells normalize glycemia in streptozotocin-induced diabetic mice. **Diabetes**, Washington, v. 49, p. 157-162, June 2000.

SPARG, S. G.; LIGHT, M. E.; STANDEN, J. Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**, London, n. 94, p. 219-243, Aug. 2004.

SRIDHAR, S. B. et al. Preclinical evaluation of the antidiabético effect of *Eugenia jambolana* seed powder in streptozotocin-diabetic rats. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, p. 463-468, Jan. 2005.

SRINIVASAN, K. et al. Combination of high-fat diet-fed and low-dose streptozotocin-treated rat: a model for type 2 diabetes and pharmacological screening. **Pharmacological Research**, Madrid, v. 52, p. 313-320, May 2005.

SRINIVASAN, K.; RAMARAO, P. Animal models in type 2 diabetes research: an overview. **Indian Journal of Medical Research**, New Delhi, v. 125, p. 451-472, Mar. 2007.

TEIXEIRA, C. C. et al. Absence of antihyperglycemic effect of jambolan in experimental and clinical models. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 71, p. 343-347, Feb. 2000.

TEIXEIRA, C. C. et al. Effect of tea prepared from leaves of *Syzygium jambos* on glucose tolerance in non-diabetic subjects. **Diabetes Care**, Washington, v. 13, p. 907-908, Feb. 1990.

TEIXEIRA, C. C. et al. The effect of *Syzygium cumini* (L.) skeels on post-prandial blood glucose levels in non-diabetic rats and rats with streptozotocin-induced diabetes mellitus. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 56, p. 209-213, Feb. 1997.

TEIXEIRA, C. C. et al. The efficacy of folk medicines in the management of type 2 diabetes mellitus: results of a randomized controlled trial of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics**, Nottingham, v. 31, p. 1-5, July 2006.

TIMBOLA, A. K. et al. A new flavonol from leaves of *Eugenia jambolana*. **Fitoterapia**, Novara, v. 73, p. 174-176, Feb. 2002.

VIEGAS, C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 326-337, jan. 2006.

VIKRANT, V. et al. Treatment with extracts of *Momordica charantia* and *Eugenia jambolana* prevents hyperglycemia and hyperinsulinemia in fructose fed rats. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 76, p. 139-143, Dec. 2001.

VILAS BOAS, E. V. B. **Aspectos Fisiológicos do Desenvolvimento de Frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 71 p.

VILAS BOAS, E. V. B. et al. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. **Banana**: pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 2001. p. 23-28.

VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 68 p.

WORLD CANCER RESEARCH FUND. **Food, Nutrition, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective**. Washington: American Institute for Cancer Research, 2007. 987 p.

ZIMMET, P. Z.; ALBERTI, K. G.; SHAW, J. E. Mainstreaming the metabolic syndrome: a definitive definition. This new definition should assist both researchers and clinicians. **Medical Journal of Australia**, Sydney, v. 183, p. 175-176, Aug. 2005.

CAPÍTULO 2

ANÁLISES DE QUALIDADE E VALOR NUTRICIONAL DOS FRUTOS DO JAMBOLÃO

RESUMO

Os frutos do jambolão, apesar de adstringentes, são considerados agradáveis ao paladar, porém não se destacam em relação ao sabor especial das outras tantas Mirtáceas brasileiras. Pouco se tem explorado sobre as características físico-químicas destes frutos, indicando a necessidade de novas pesquisas no intuito de contribuir para a ampliação dos conhecimentos sobre a composição química e o valor nutricional dessa matéria-prima, visando sua inclusão na dieta usual, com possibilidade de melhoria da qualidade e eficácia das preparações que a contém. Assim, o presente capítulo analisou parâmetros de qualidade e valor nutricional dos frutos de duas espécies de jambolão. Os teores de umidade da polpa e da semente de ambas as espécies foram elevados, com extrato etéreo e proteína bruta apresentando baixos teores. A fibra bruta foi de 0,81g.100 g⁻¹ na polpa e 3,02 g.100 g⁻¹ na semente de *S. cumini* (L.) Skeels e 0,70 g.100 g⁻¹ na polpa e 2,86 g.100 g⁻¹ na semente de *S. paniculatum* Gaertn. Gaertn. A fração glicídica apresentou valores, na espécie *S. cumini* (L.) Skeels, de 17,96 g.100 g⁻¹ na polpa e 37,50 g.100 g⁻¹ na semente; para *S. paniculatum* Gaertn. os teores foram de 5,74g.100 g⁻¹ na polpa e 31,19 g.100 g⁻¹ na semente. No que se refere ao valor calórico, na espécie *S. cumini* (L.) Skeels foram encontradas 78,91 Kcal na polpa e 166,15 Kcal na semente, enquanto para *S. paniculatum* Gaertn. os valores encontrados foram 26,34 Kcal na polpa e 134,46 Kcal na semente. Os teores de cinzas foram diferentes entre as diferentes porções, das duas espécies. Os valores de acidez observados para as polpas de ambas as espécies podem sugerir a sua inclusão do jambolão no grupo dos alimentos ácidos. Para sólidos solúveis totais os valores observados em ambas as espécies foram três vezes maiores do que os relatados na literatura. Os teores de pectinas encontrados foram inferiores aos relatados na literatura. Com os dados obtidos podem-se considerar esses frutos hipocalóricos, permitindo sua inclusão em dietas com restrições calóricas.

Palavras-chave: Valor Nutricional. *Syzygium*. Jambolão.

ABSTRACT

The jambolanum fruits, despite being adstringent, are considered tasty, although they do not stand out in relation to the special flavor of many other Brazilian Myrtacea. There has not been much exploration about the physico-chemical characteristics of the fruits of the jambolanum, what indicates the need for new researches with the intention of contributing to the enlargement of the knowledge about the chemical composition and the nutritional value of this raw material, aiming its inclusion in the usual diet, with possibility of quality improvement and efficiency of the preparation which contains it. This way, the present chapter has analyzed quality parameter and nutritional value of fruits of two species of jambolanum fruit. The pulp and seeds humidity contents of both species were high, with ethereal extract and rough protein presenting low contents. The rough fiber was 0,81g.100 g⁻¹ in pulp and 3,02 g.100 g⁻¹ in seed of *S. cumini* (L.) Skeels (L.) Skeels and 0,70 g.100 g⁻¹ in pulp and 2,86 g.100 g⁻¹ in seed of *S. paniculatum* Gaertn. The carbohydrates attained fraction showed values of 17,96g.100 g⁻¹ in pulp and 37,50g.100 g⁻¹ in seed of *S. cumini* (L.) Skeels species; for *S. paniculatum* Gaertn. the contents were 5,74g.100 g⁻¹ in pulp and 31,19g.100 g⁻¹ in seed. Regarding the caloric value, the *S. cumini* (L.) Skeels species showed 78,91 Kcal in pulp and 166,15 Kcal in seed, while *S. paniculatum* Gaertn. showed 26,34 Kcal in pulp and 134,46 Kcal in seed. The ashes contents were different among the different portions of both species. The acidity values observed in the pulps of both species, may suggest the inclusion of jambolanum in the acid food group. For total soluble solids the values observed in both species were three times higher than those reported in the literature. The contents of pectin found were lower than those reported in the literature. With the data obtained these fruits can be considered low-calorie allowing their inclusion in diet with caloric restriction.

Keywords: Nutritional Value. *Syzygium*. Jambolanum.

1 INTRODUÇÃO

Frutas e hortaliças são recomendadas na alimentação humana, devido à grande variedade de nutrientes dos quais são fontes, em especial as substâncias com ação antioxidante, que exercem ação protetora contra o desenvolvimento de enfermidades crônicas degenerativas e o envelhecimento precoce.

Os frutos do jambolão, apesar de adstringentes, são considerados agradáveis ao paladar. Porém, o sabor do jambolão não se destaca em relação ao sabor especial das outras tantas Mirtáceas brasileiras (CORRÊA, 1984). Até o momento, pouco se tem explorado sobre a caracterização química dos frutos do jambolão e sobre as diversas possibilidades de seu beneficiamento, inclusive sua industrialização (BARCIA, 2009).

O conjunto de propriedades apresentadas por um determinado alimento relaciona-se com a qualidade e a quantidade de constituintes químicos presentes no mesmo. Nos alimentos, de um modo geral, os constituintes químicos podem ser agrupados em duas categorias, os básicos ou nutritivos (água, carboidratos, gorduras, minerais, proteínas e vitaminas) e os secundários (enzimas, ácidos orgânicos, compostos voláteis, pigmentos, pectinas, substâncias aromáticas) (SIMÕES et al., 2007).

Um dos requisitos para a avaliação da qualidade dos frutos é a observação de suas características físicas, que são responsáveis pela aparência externa, como coloração da casca, tamanho e forma do fruto. A qualidade interna dos frutos e suas características químicas também são relevantes nesta aceitabilidade, sendo conferidas por um conjunto de constituintes físico-químicos da polpa, responsáveis pelo sabor e aroma característicos dos frutos (VILAS BOAS et al., 2001).

Para a avaliação da qualidade podem ser utilizados métodos subjetivos e objetivos. Dentre os subjetivos destaca-se a avaliação sensorial (avaliação da

cor, firmeza, aroma, entre outros) e nos objetivos, os físicos, como medições de refletância, absorvância e condutividade elétrica; os microbiológicos, como a contagem de coliformes totais e fecais e os químicos e bioquímicos como o uso de enzimas, medidas de pH e sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Diante do exposto, o presente capítulo mostra os resultados da avaliação de alguns parâmetros de qualidade e composição dos frutos de duas espécies de jambolão, analisando as características: composição centesimal, valor calórico, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais, pectina total e solúvel.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e preparo das amostras

A matéria prima utilizada para o estudo foi extraída de duas espécies de jambolão, colhidas aleatoriamente, pela manhã, a temperatura de aproximadamente 19°C, no mês de março de 2009, na Fazenda Experimental da EPAMIG, no campus da Universidade Federal de Lavras (Espécie A- *Syzygium cumini* (L.) Skeels) e na Fazenda São Bento em Três Corações- MG (Espécie B- *Syzygium paniculatum* Gaertn.).

Os frutos foram selecionados pelo grau de maturação (determinado visualmente em função da coloração, sendo colhidas as frutas roxas para *S. cumini* (L.) Skeels, e as róseas para *S. paniculatum* Gaertn.). Estes foram escolhidos aleatoriamente, de todas as partes das árvores e em quantidade em torno de 500g de fruta de cada árvore.

Em seguida, foram acondicionados em sacos de polietileno, colocados em caixas de isopor higienizadas e transportados nas condições ambientais (20°-25°C, aproximadamente 1 hora), para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. No laboratório, foram selecionados quanto à uniformidade de cor, sanidade e ausência de injúrias e defeitos. Em seguida foram lavados com água corrente para a retirada das sujidades superficiais provenientes do campo. A polpa e as sementes foram separadas manualmente. As amostras foram colocadas em sacos de polietileno e armazenadas em *ultra-freezer* a -80°C, para, posteriormente, serem analisadas. As análises foram realizadas com sete repetições, nos Laboratórios de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças e Análise de Alimentos, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

2.2 Determinação de sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos sólidos solúveis totais foi realizada utilizando-se um refratômetro digital, da marca Ataga PR-100, com compensação de temperatura automática a 25°C, e os resultados expressos em percentual, segundo a Association of Official Agricultural Chemists – AOAC (1992).

2.3 Determinação da acidez titulável total (ATT)

A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH 0,1M, de acordo com a técnica da AOAC (1992) e expressa em % de ácido cítrico/100g de polpa.

2.4 Determinação do potencial hidrogeniônico- pH

O pH foi determinado utilizando-se um potenciômetro digital, segundo a técnica da AOAC (1992).

2.5 Determinação de açúcares solúveis totais (AST)

Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método de Antrona (DISCHE, 1962). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640B. Os resultados foram expressos em percentual ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa).

2.6 Composição centesimal e valor nutricional

A composição centesimal foi realizada conforme o método de Weende, com modificações (VILAS BOAS, 2006).

2.6.1 Determinação da umidade

Pelo método gravimétrico com emprego de calor, a umidade foi determinada baseando-se na perda de peso do material, submetido ao aquecimento em estufa a 65°C, até peso constante (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC, 2005).

2.6.2 Determinação do extrato etéreo

Foi utilizado o método de extração contínua em aparelho de “Soxhlet”, utilizando-se como solvente o éter etílico (AOAC, 2005).

2.6.3 Determinação das cinzas (Resíduo mineral fixo)

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado pela calcinação da amostra em mufla à 550°C, até obtenção de cinzas claras (AOAC, 2005).

2.6.4 Determinação da proteína bruta

O valor de proteína bruta foi obtido pelo método de micro “Kjeldahl” através da determinação do nitrogênio do alimento (AOAC, 2005).

2.6.5 Determinação de fibra bruta

A fração fibra foi determinada segundo o método gravimétrico, após digestão em meio ácido (AOAC, 2005).

2.6.6 Determinação de pectina total e solúvel

As pectinas totais e solúveis foram extraídas segundo a técnica padronizada por McCready e McComb (1952) e para a dosagem utilizou-se a técnica de Bitter e Muir (1962). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640B. Os resultados foram expressos em mg de ácido poligalacturônico por 100g de polpa.

2.6.7 Determinação da fração glicídica ou extrato não nitrogenado

A fração glicídica foi obtida por diferença de 100% da soma dos demais componentes, segundo a equação: $FG = 100 - (U + EE + P + FB + C)$, sendo: FG: fração glicídica; U: umidade; EE: extrato etéreo; P: proteína; FB: fibra bruta e C: cinzas.

2.6.8 Determinação do valor calórico

O valor calórico de um alimento é calculado a partir da quantidade de calorias (energia) que os nutrientes: carboidratos, lipídios e proteínas podem ofertar quando metabolizados no organismo.

O valor calórico total foi estimado conforme os fatores de conversão de Atwater: 4 Kcal/g de proteína; 4 Kcal/g de carboidrato e 9 Kcal/g de lipídeo, descritos por Osborne e Voogt (1978), e os resultados foram expressos em quilocalorias (Kcal).

2.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com sete repetições. As médias foram comparadas utilizando-se Análise de Variância (ANOVA), sendo considerados significativos valores de $p < 0,001$, seguindo-se de comparações múltiplas pelo Teste de Tukey a 5%. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM do Programa *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.2 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 mostram a composição centesimal e o valor calórico dos frutos das duas espécies de jambolão.

Observou-se que as médias dos componentes nutritivos de ambos os frutos diferiram significativamente entre si ($p < 0,0001$), quando comparadas pelo teste F.

Procedendo-se o teste de comparação de médias observou-se que os teores médios de umidade e de matéria seca diferiram significativamente ($p < 0,05$) para ambos os frutos, tanto entre as sementes como entre as polpas. As polpas apresentaram teores de umidade superiores aos das sementes.

Os valores encontrados nessa pesquisa estão coerentes com a média de água livre que existe na maioria das polpas de frutas, cujos valores podem variar entre 65% a 95% (CECCHI, 2003).

Tabela 1 Composição Centesimal e Valor Calórico da Polpa e das Sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels

Componentes*	Polpa	Semente
Umidade (g.100g ⁻¹)	79,50 ± 0,42	54,77 ± 1,55
Matéria Seca (g.100g ⁻¹)	20,50 ± 0,42	45,23 ± 1,55
Extrato Etéreo (g.100g ⁻¹)	0,35 ± 0,08	0,39 ± 0,10
Proteínas (g.100g ⁻¹)	0,97 ± 0,20	3,09 ± 0,15
Fibra Bruta (g.100g ⁻¹)	0,81 ± 0,18	3,02 ± 0,36
Cinzas (g.100g ⁻¹)	0,41 ± 0,02	0,95 ± 0,04
Fração Glicídica (g.100g ⁻¹)	17,96 ± 0,21	37,50 ± 1,69
Calorias (Kcal)	78,91 ± 1,59	166,15 ± 6,41

* Teores médios ± desvio padrão, expressos em matéria integral.

Tabela 2 Composição Centesimal e Valor Calórico da Polpa e das Sementes de *Syzygium paniculatum* Gaertn

Componentes*	Polpa	Semente
Umidade (g.100g⁻¹)	92,71 ± 0,35	63,25 ± 0,41
Matéria Seca (g.100g⁻¹)	7,29 ± 0,35	36,75 ± 0,41
Extrato Etéreo (g.100g⁻¹)	0,16 ± 0,03	0,19 ± 0,05
Proteínas (g.100g⁻¹)	0,49 ± 0,01	1,98 ± 0,04
Fibra Bruta (g.100g⁻¹)	0,7 ± 0,06	2,86 ± 0,55
Cinzas (g.100g⁻¹)	0,15 ± 0,01	0,45 ± 0,03
Fração Glicídica (g.100g⁻¹)	5,74 ± 0,27	31,19 ± 0,55
Calorias (Kcal)	26,34 ± 1,06	134,46 ± 1,76

* Teores médios ± desvio padrão, expressos em matéria integral.

Observou-se que as médias dos componentes nutritivos de ambos os frutos diferiram significativamente entre si ($p < 0,0001$), quando comparadas pelo teste F.

Procedendo-se o teste de comparação de médias observou-se que os teores médios de umidade e de matéria seca diferiram significativamente ($p < 0,05$) para ambos os frutos, tanto entre as sementes como entre as polpas. As polpas apresentaram teores de umidade superiores aos das sementes.

Os valores encontrados nessa pesquisa estão coerentes com a média de água livre que existe na maioria das polpas de frutas, cujos valores podem variar entre 65% a 95% (CECCHI, 2003).

Os teores de extrato etéreo e fibra bruta não diferiram significativamente ($p < 0,05$) quando comparadas as polpas dos dois frutos, o mesmo ocorrendo para a comparação entre as sementes. Comparando-se polpas com sementes, as médias de extrato etéreo e fibra bruta diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$), sendo que as sementes apresentaram maiores valores.

Esses teores de fibras podem contribuir para explicar os efeitos benéficos do jambolão em algumas pesquisas, inclusive essa, que mostram seu papel na redução da glicemia e da lipemia.

Observando-se os teores de lipídeos encontrados, tanto na polpa quanto nas sementes das duas espécies, pode-se considerar esses frutos hipocalóricos, já que 1 g de lipídeo fornece aproximadamente 9 kcal (SHILS et al., 2003). Esses valores contribuem para o reduzido valor energético observado, indicando que tais frutos podem ser incluídos em dietas com restrições calóricas.

Em relação aos teores de proteínas, cinzas e fração glicídica observou-se que diferiram significativamente ($p < 0,05$) para ambos os frutos, tanto nas sementes como nas polpas. Os teores desses componentes foram maiores nas sementes do que nas polpas.

Dentre os carboidratos, estão em maior concentração os açúcares, que podem ser considerados como as principais substâncias das frutas. Os frutos carnosos têm como característica comum sua riqueza em açúcares e acidez relativamente elevada (OLIVEIRA; BASTOS; FEITOSA, 1999).

Normalmente os teores de proteína bruta presentes em polpas e sementes de frutos e hortaliças são baixos quando comparados com os alimentos de origem animal, grãos e cereais e amêndoas. Na fração comestível do jambolão não foi diferente, já que os valores de proteína bruta encontrados foram de $0,97 \pm 0,20$ para polpa e $3,09 \pm 0,15$ para sementes de *S. cumini* (L.) Skeels e $0,49 \pm 0,01$ para polpa e $1,98 \pm 0,04$ para sementes de *S. paniculatum* Gaertn., muito inferior a concentração de proteína que existe em carnes, leite e queijos. Quando esse valor foi comparado com os de outras frutas e hortaliças, foram considerados semelhantes aos encontrados por Franco (2003) nas polpas de frutos da mesma família, como a jaboticaba (*Eugenia cauliflora* O. Berg) 0,54% e o jambo (*Eugenia jambosa* L.) 0,80% (LAJOLO, 2010).

Quanto ao valor calórico observaram-se médias significativamente ($p < 0,05$) diferentes nas comparações entre as duas polpas e as duas sementes de ambas as espécies de jambolão. Polpas e sementes, quando comparadas entre si, apresentaram teores de calorías significativamente ($p < 0,05$) diferentes, sendo os valores das sementes maiores que os das polpas.

Sá (2008) estudando as características físicas e químicas dos frutos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels observou na composição centesimal, concentrações médias de umidade equivalentes a 84,93% para polpa e cascas e 61,29 % para sementes; quanto à matéria seca os valores foram 15,07% e 38,71%, respectivamente. Para a fração glicídica observaram valores de 9,97% para polpa e cascas e 35,65 % para sementes; o teor de proteínas foi de 1,86% para polpa e cascas e 1,99% para sementes; a fração lipídica correspondeu a 0,55 % para polpa e cascas e 0,21% para sementes e o teor de cinzas foi de 0,62 para polpa e cascas e 0,86 para sementes. Em relação às fibras, polpa e cascas continham 0,89% e sementes 2,93%. O valor calórico encontrado pela autora foi de 52,27 Kcal para polpa e cascas e 152,45 Kcal para sementes.

Luzia e Jorge (2009) ao estudarem a composição centesimal das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels observaram teores de 11,32% de umidade, uma vez que foram previamente secas a 35°C por 24 horas; 1,37% de lipídeos; 4,33% de proteínas e 80,65% de carboidratos, diferindo, portanto, dos resultados observados neste estudo, onde utilizou matéria prima *in natura*.

Barcia (2009) estudando a composição centesimal dos frutos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels observou concentrações médias de umidade equivalentes a 81,71%; 0,415% de cinzas, 0,796% de proteínas; 0,397% de fibras e 68,88 Kcal.100g⁻¹, resultados que corroboram com os encontrados neste trabalho.

A literatura dispõe de poucas informações relativas à composição centesimal de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn.,

entretanto, existem alguns estudos sobre os diversos frutos também da Família Myrtaceae, como é o caso do Jambo (*Eugenia jambosa* L.) e da Jaboticaba (*Eugenia cauliflora* O. Berg), que podem ser comparados com o jambolão.

Em função da abundância do fruto do jambolão nas épocas de safra e do valor nutricional de sua fração comestível (polpa e casca), devem ser somados esforços no sentido de sua inclusão no cardápio alimentar do brasileiro.

A Tabela 3 mostra os valores médios de pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT para ambas as espécies de jambolão.

Em relação à acidez total titulável, não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os teores nas polpas de ambas as espécies. As sementes apresentaram os maiores valores de ATT, e diferiram significativamente entre si.

O pH não foi significativamente ($p < 0,05$) diferente quando se compararam as polpas das duas espécies. As sementes mostraram valores de pH significativamente diferentes entre si.

Tabela 3 Valores médios* de pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT das polpas e das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn

	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels		<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.	
	Polpa	Semente	Polpa	Semente
ATT (%)	0,090 ± 0,001	0,227 ± 0,01	0,093 ± 0,01	0,273 ± 0,02
SST (%)	31,22 ± 1,07	15,09 ± 1,28	6,88 ± 0,97	11,66 ± 0,88
pH	3,69 ± 0,05	4,91 ± 0,11	3,34 ± 0,21	3,94 ± 0,16
SST/ATT	345,02 ± 11,24	66,17 ± 2,89	73,75 ± 4,92	42,62 ± 1,19

* Teores médios ± desvios padrão.

Pode-se generalizar que, para propósitos de indicar o parâmetro do sabor ácido ou azedo, a acidez titulável total é o método mais viável, enquanto para determinar a qualidade de produtos processados, o pH é o método mais útil.

Os valores de pH encontrados na polpa e cascas do jambolão de ambas as espécies (Tabela 3) podem sugerir a sua inclusão no rol dos alimentos ácidos, ou seja aqueles com $\text{pH} < 4,5$ (STUMBO; MANSON; ZAHRADNIK, 1974). É uma característica importante a ser considerada nos processos de conservação através do uso de calor ou pela utilização de conservantes químicos.

Os valores médios de pH observados para a fração polpa e cascas das duas espécies estão próximos às médias encontradas por Mota (2006) para diferentes variedades de amora preta, cujos valores oscilaram entre 3,23 e 3,41.

Sá (2008), estudando a espécie *S. cumini* (L.) Skeels, observou valores de pH de 3,90 para polpa e cascas e 4,56 para sementes, valores semelhantes aos dessa pesquisa. Barcia (2009) observou um pH em torno de 3,21 e um percentual de acidez total titulável de 0,048%, para frutos inteiros de *S. cumini* (L.) Skeels.

Os ácidos orgânicos, com poucas exceções, tendem a diminuir com a maturação das frutas, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão (VILAS BOAS, 1999). Juntamente com os grupos alcoólicos dos açúcares, os ácidos orgânicos, já transformados em ésteres, conferem os sabores característicos das frutas, que variam de acordo com a espécie (FIGUEIREDO, 2000). Os frutos analisados foram coletados maduros, o que pode ter influência sobre os valores de ATT observados.

Os teores de acidez, em geral, não excedem 1,5 a 2,0%, com raras exceções, como em limão e espinafre que podem conter teores acima de 3%. O teor de ácidos na casca é diferente do teor encontrado na polpa. Nos frutos cítricos a casca é mais pobre que a polpa (CHITARRA, 2000).

Os teores de sólidos solúveis totais apresentaram-se significativamente ($p < 0,05$) diferentes, tanto para as polpas quanto para as sementes de ambas as espécies.

O teor de SST é um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, considerando que outros compostos, embora em reduzidas proporções, também fazem parte, como por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. Os sólidos solúveis proporcionam a doçura do fruto durante a maturação e são um importante atributo na determinação do seu sabor (JESUS et al., 2004).

Na literatura, as amostras do jambolão (*S. cumini* (L.) Skeels) apresentaram médias de sólidos solúveis totais de 13,0% para polpa e casca e 5,3% para as sementes (SÁ, 2008). Na presente pesquisa os valores observados foram quase três vezes maiores, sendo 31,22% para polpa e cascas e 15,09% para sementes de *S. cumini* (L.) Skeels. Para a espécie *S. paniculatum* Gaertn., os valores observados foram 6,88% e 11,66% para polpa e semente, respectivamente.

Barcia (2009), ao analisar os frutos inteiros de *S. cumini* (L.) Skeels, observou um teor de sólidos solúveis totais igual a 16,26%.

Uma importante parte do gosto apresentado por muitos frutos é a mistura das notas atribuídas ao sabor doce e ácido. A proporção açúcar/ácido (SST/ATT) pode ser acompanhada naturalmente permitindo que os frutos amadureçam até o ponto onde os açúcares aumentam e os ácidos reduzem-se para a proporção desejável.

Observou-se que a relação entre o teor de sólidos solúveis total e a acidez total titulável diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre polpas e sementes de ambas as espécies.

Em muitos frutos o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do “flavour”, sendo importante para indicar o grau de doçura que apresenta a polpa.

Contudo, sendo alguns constituintes voláteis, essa relação é mais indicativa do sabor, porque utiliza-se a acidez titulável e não a acidez total, quando se estabelece essa relação.

A Tabela 4 mostra os valores médios de açúcares solúveis totais, pectina total e pectina solúvel para ambas as espécies de jabolão.

Os teores de açúcares solúveis totais não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre as sementes, comparando-se ambas as espécies. A polpa de *S. cumini* (L.) Skeels apresentou os maiores teores.

Os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada, são responsáveis pelo “flavour”, através do balanço com os ácidos, pela cor atrativa, como derivados das antocianidinas e pela textura, quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais (SÁ, 2008).

As variações dos teores de açúcares solúveis entre espécies são extremas, como nas tâmaras e limões que apresentam, respectivamente, teores iguais a 61% e inferiores a 0,5%. Os valores médios em frutos são da ordem de 10% e, em hortaliças, de 2 a 5%. As variações numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas de cultivo (CHITARRA, 2000).

Analisando-se os teores de pectinas, observou-se que os valores de pectina total não diferiram significativamente ($p < 0,05$) quando comparadas as sementes de ambas as espécies. As polpas diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si e das sementes, sendo que as sementes apresentaram maior teor de pectina total do que as polpas.

Tabela 4 Valores médios* de açúcares solúveis totais (AST), pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) das polpas e das sementes de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn

	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels		<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.	
	Polpa	Semente	Polpa	Semente
AST (%)	8,08 ± 0,43	3,43 ± 0,26	3,43 ± 1,05	2,2 ± 0,35
PT (mg.100g⁻¹)	128,05 ± 0,08	274,36 ± 0,07	189,81 ± 16,68	252,51 ± 18,25
PS (mg.100g⁻¹)	54,18 ± 3,06	57,49 ± 1,08	47,66 ± 0,47	47,25 ± 3,37

* Teores médios ± desvios padrão.

Barcia (2009) observou teores de pectina total de 651mg.100g⁻¹, em frutos inteiros de *S. cumini* (L.) Skeels, valor três vezes maior que o observado nessa pesquisa.

Em relação à pectina solúvel, observou-se que não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os teores na polpa e nas sementes de uma mesma espécie, para ambas as espécies. Os teores entre as espécies diferiram entre si, sendo que para a espécie *S. cumini* (L.) Skeels foram observados os maiores valores.

4 CONCLUSÃO

Ambas as espécies possuem baixos teores lipídicos e de energia, podendo ser incluídos em dietas com restrições calóricas.

Os teores de fibras na matéria seca indicam que, quando desidratadas, as sementes poderiam ser usadas para elaboração de produtos ricos em fibra.

Devido ao elevado teor de umidade observado na polpa dos frutos, esses podem ser uma interessante matéria-prima para fabricação de sucos e/ou néctares.

Os valores de acidez observados para as polpas de ambas as espécies podem sugerir a inclusão do jambolão no grupo dos alimentos ácidos, característica importante a ser considerada nos processos de aproveitamento e beneficiamento desses frutos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists**. 12th ed. Washington, 1992. 1015 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists**. 17th ed. Washington, 2005. 1410 p.

BARCIA, M. T. **Composição Centesimal e de Fitoquímicos em Jambolão (*Syzygium cumini*)**. 2009. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

BITTER, V.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, Bethesda, v. 34, n. 4, p. 330-334, July 1962.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003. 390 p.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 550 p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p.

CORRÊA, P. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. 496 p.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate Chemistry**. New York: Academic, 1962. 512 p.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP 76 submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio**. 2000. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.

JESUS, S. C. et al. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 315-323, maio 2004.

LAJOLO, M. F. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Disponível em: <www.fcf.usp.tabela>. Acesso em: 3 dez. 2010.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, mar. 2009.

MCCREADY, P. M.; MCCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Chapel Hill, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MOTA, R. V. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 303-308, mar. 2006.

OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-química de polpa congelada de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, maio 1999.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis in nutrient of foods**. London: Academic, 1978. 158 p.

SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels)**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SHILLS, M. E. et al. **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003. v. 2, 2106 p.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 1102 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT 9.2: User's Guide**. Cary, NC, 2008. 400 p.

STUMBO, C. R.; MANSON, J. E.; ZAHRADNIK, J. W. Evaluation of Thermal Processes for Conduction Heating Foods in Pear-Shaped Containers. **Journal of Food Science**, Malden, v. 39, p. 276, Aug. 1974.

VILAS BOAS, E. V. B. **Aspectos Fisiológicos do Desenvolvimento de Frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 71 p.

VILAS BOAS, E. V. B. et al. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. **Banana: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2001. p. 23-28.

VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 68 p.

CAPÍTULO 3

TRIAGEM FITOQUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS DO JAMBOLÃO

RESUMO

Syzygium cumini (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn. têm sido estudados quanto aos seus efeitos protetores contra o estresse oxidativo e a formação de radicais livres no organismo. Nesse estudo foram avaliados os teores de fenólicos totais, a atividade antioxidante e a presença de fitoquímicos, nos extratos etanólicos obtidos da polpa, das cascas das sementes e do núcleo das sementes dos frutos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn. O teor de fenólicos totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu. A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada utilizando-se o método do seqüestro de radicais DPPH. A triagem fitoquímica foi realizada por meio de testes analíticos qualitativos, conforme metodologia proposta por Matos (1988). Na maioria dos extratos foi detectada a presença de ácidos orgânicos, açúcares redutores, taninos, flavonóides e glicosídeos cardioativos. Os extratos das sementes de *S. paniculatum* Gaertn. mostraram-se mais ativos em relação à atividade antioxidante, com valores de CE_{50} ($47,5 \pm 4,68 \mu\text{g/mL}$ - extrato das sementes; $57,24 \pm 0,86$ - extrato das cascas das sementes) comparáveis aos controles positivos BHT ($54,53 \pm 1,38$) e ácido ascórbico ($54,52 \pm 2,10$) ($p < 0,05$). A correlação entre o teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante foi forte e significativa para os extratos das sementes de ambas as espécies. Os teores de fenólicos totais encontrados nos extratos foram inferiores aos descritos na literatura.

Palavras-chave: Fenólicos Totais. Atividade Antioxidante. *Syzygium*.

ABSTRACT

Syzygium cumini (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn. have been studied for their protector effects against the oxidative stress and the formation of free radicals in the body. This study assessed the total phenolic content, the antioxidant activity and the presence of phytochemicals in the ethanolic extracts obtained from the pulp, seeds skins and the nucleus of the fruits of *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Syzygium paniculatum* Gaertn. The content of total phenolic has been determined by the Folin-Ciocalteu method. The extracts antioxidant activity has been assessed using the DPPH radical-scavenging method. The phytochemical screening has been realized by qualitative methods, according to the methodology proposed by Matos (1988). Among the present phytochemicals, was detected in the extracts organic acids, reductor sugars, tannins, flavonoids and cardiac glycosides. The seeds extracts of *S. paniculatum* Gaertn. appeared to be more active in relation to the antioxidant activity, with values of CE₅₀ (47,5 ± 4,68 µg/mL –seeds extract; 57,24 ± 0,86 – seeds skins extract) comparable to the positive controls BHT (54,53 ± 1.38) and ascorbic acid (54,52 ± 2,10) (p<0,05). The correlation between the content of total phenolic and the antioxidant activity was strong and meaningful for the seeds extracts of both species. The contents of total phenolic found in the extracts were inferior to those described in the literature.

Keywords: Total Phenolics. Antioxidant Activity. *Syzygium*.

1 INTRODUÇÃO

No metabolismo vegetal, por meio de diversas rotas biossintéticas, são produzidos os metabólitos secundários, geralmente de estrutura complexa, baixo peso molecular, atividades biológicas marcantes e com funções vitais definidas, apresentando-se em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas. Dentre os metabólitos secundários estão os taninos hidrolisáveis e condensados, cumarinas, lignanas, ligninas, alcalóides derivados dos aminoácidos aromáticos, fenilpropanóides, flavonóides, antraquinonas, aminoácidos alifáticos e os alcalóides derivados destes, terpenóides, esteróides e ácidos graxos (SIMÕES et al., 2007).

Da família Myrtaceae, o gênero *Syzygium* inclui inúmeras árvores e arbustos cultivados por sua folhagem ornamental e frutos comestíveis. São conhecidas 14 espécies que incluem *Syzygium uniflora*, *Syzygium punissifolia*, *Syzygium cumini* (L.) Skeels ou *Syzygium jambolanum* e *Syzygium paniculatum* Gaertn. Todas têm sido descritas por seus efeitos fisiológicos em várias espécies, inclusive no homem (PEPATO et al., 2001). Tanto *Syzygium cumini* (L.) Skeels quanto *Syzygium paniculatum* Gaertn. são conhecidos como “jambolão” (TEIXEIRA et al., 1990).

Syzygium paniculatum Gaertn. é uma espécie nativa da Austrália, tendo sido descrita pela primeira vez pelo botânico Gaertner, em 1789. É um arbusto perene subtropical, nativo da Austrália. Possui folhas ovais, verde-escuras, formadas aos pares. O termo *paniculatum* refere-se à panícula formada pelas inflorescências (LONGO et al., 2007).

Syzygium cumini (L.) Skeels é uma árvore nativa dos trópicos, particularmente da Índia. Seus frutos são pequenos, de coloração roxa e a polpa envolve um caroço único. A planta foi introduzida em muitos países tropicais pertencentes à África e à América Latina (GROVER; VATS; RATHI, 2000). No

Brasil frutifica nos meses de janeiro a maio, em diversos estados das regiões Sudeste, Nordeste, Sul e Norte. Pode também ser encontrada em algumas regiões subtropicais como na Flórida e na Califórnia nos Estados Unidos, na Argélia e em Israel (BARCIA, 2009).

Essas duas espécies têm sido estudadas quanto aos seus efeitos protetores contra o estresse oxidativo e a formação de radicais livres (MANZZATI et al., 2003).

Evidências têm indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares, hepatopatias, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais. Os danos no DNA causados pelos radicais livres também desempenham um papel importante nos processos de mutagênese e carcinogênese (ATOUI et al., 2005).

Os antioxidantes naturais encontram-se em variadas classes orgânicas, sendo comumente encontrados em vegetais as vitaminas C e E, os carotenóides, os flavonóides e os compostos fenólicos (OU et al., 2002).

Os compostos fenólicos de plantas têm recebido muita atenção, sobretudo por inibirem a peroxidação lipídica e o estresse oxidativo (SOUSA et al., 2007).

Assim, o presente capítulo teve como objetivos realizar a triagem fitoquímica, avaliar a atividade antioxidante e determinar o teor de fenólicos totais dos extratos etanólicos, extraídos da polpa, das sementes e das cascas das sementes dos frutos de *Syzygium paniculatum* Gaertn. e *Syzygium cumini* (L.) Skeels.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo do material vegetal

O material vegetal foi coletado pela manhã (temperatura ambiente de 21,6°C), durante o mês de março de 2009, no Campus Histórico da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras- MG e na Fazenda São Bento, em Três Corações- MG.

As espécies *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn. foram devidamente identificadas e registradas no Herbário do Departamento de Biologia da UFLA, sob os números 25133 e 25134, respectivamente.

O processamento do material vegetal ocorreu no mesmo dia da coleta, sendo as diferentes partes dos frutos acondicionadas em estufa ventilada de circulação mecânica (FANEM 320-SE), a 30°C, por aproximadamente 07 dias.

Ao final da secagem do material, os extratos etanólicos foram preparados por extração a frio, no Laboratório de Química Orgânica, do Departamento de Química, da Universidade Federal de Lavras.

2.2 Obtenção dos extratos

As extrações foram realizadas no Laboratório de Química Orgânica, do Departamento de Química, da Universidade Federal de Lavras, onde as partes das plantas foram separadas e secas. Em seguida, foram submetidas à extração a frio com etanol a 98% (SIMÕES et al., 2007).

Foram preparados extratos das sementes, da polpa e das cascas das sementes de cada uma das duas espécies. Denominaram-se: A (extrato etanólico de sementes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels); B (extrato etanólico de

sementes dos frutos de *S. paniculatum* Gaertn.); C (extrato etanólico da polpa dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels); D (extrato etanólico da polpa dos frutos de *S. paniculatum* Gaertn.); E (extrato etanólico da casca das sementes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels); F (extrato etanólico da casca das sementes dos frutos de *S. paniculatum* Gaertn.).

O material vegetal foi particulado, submerso em etanol 98%, acondicionado em Erlenmeyer, envolto em papel alumínio e acondicionado à temperatura ambiente por 04 dias. Decorrido esse período, o material vegetal foi filtrado a vácuo, em funil de Buchner. A evaporação do solvente foi realizada em evaporador rotatório (BÜCHI R-114) e banho-maria (BÜCHI B-480), à temperatura de 65°C. O extrato obtido foi colocado em cápsulas de porcelana previamente secas e pesadas, e deixado em estufa não-ventilada, à temperatura de 45°C, até obter peso constante.

Após a total evaporação do solvente as cápsulas foram envoltas em uma camada de filme plástico e outra de papel alumínio e deixadas em geladeira, à temperatura entre 3 a 4°C.

2.3 Triagem fitoquímica (Testes analíticos qualitativos)

A triagem fitoquímica foi realizada baseando-se na metodologia proposta por Matos (1988), no Laboratório de Química Orgânica, do Departamento de Química, da Universidade Federal de Lavras.

A caracterização dos principais grupos de substâncias vegetais de interesse foi realizada por meio de reações que resultavam no desenvolvimento de coloração (mudança de cor) e/ou formação de precipitado característico. Foram realizadas duas repetições para cada um dos seguintes testes: ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, proteínas e aminoácidos, taninos, catequinas, flavonóides, glicosídeos cardioativos, sesquiterpenlactonas e outras,

azulenos, carotenóides, esteróides e terpenóides, depsídeos e depsídonas, derivados da cumarina, saponinas espumídicas, alcalóides, purinas e antraquinonas.

2.4 Análise da atividade antioxidante

A avaliação quantitativa da atividade antioxidante foi realizada monitorando-se o consumo do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH/Sigma Aldrich) pelas amostras, através da medida do decréscimo da absorvância de soluções de diferentes concentrações. As medidas foram feitas em espectrofotômetro, a 515 nm, tendo como controles positivos o 3,5- Di-tert-butil-4-hidroxiltolueno (BHT)/Sigma Aldrich e o ácido L-ascórbico (VITC)/Vetec.

As análises foram realizadas no Laboratório de Química Orgânica, do Departamento de Química, da Universidade Federal de Lavras.

Inicialmente prepararam-se 50 mL de solução estoque de DPPH em metanol, na concentração de 40 µg/mL, mantida sob refrigeração e protegida da luz. Foram feitas diluições de 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5 e 1 µg/mL. A curva analítica foi construída a partir dos valores da absorvância a 515 nm de todas as soluções, tendo como “branco” o metanol. As medidas de absorvância foram efetuadas em triplicata.

Soluções dos extratos e dos controles positivos em metanol foram diluídas nas concentrações de 250, 200, 150, 100, 50 e 25 µg/mL. As leituras das absorvâncias das misturas reacionais (0,3 mL da solução da amostra ou do controle positivo e 2,7 mL da solução estoque de DPPH na concentração de 40 µg/mL) foram realizadas a 515 nm, no 1º minuto e após 1 hora. A mistura de metanol (2,7 mL) e da solução metanólica do extrato (0,3 mL) foi utilizada como “branco”, tendo sido feito um tubo “branco” para cada concentração.

A partir da equação da curva analítica de DPPH e dos valores de absorbância no tempo de 1 hora, para cada concentração testada, foram determinados os percentuais de DPPH remanescentes (%DPPHREM), conforme a Equação:

$$\%DPPHREM = [DPPH]_{T=t} / [DPPH]_{T=0} \times 100$$

onde $[DPPH]_{T=t}$ corresponde à concentração de DPPH no meio, após a reação com o extrato e $[DPPH]_{T=0}$ é a concentração inicial de DPPH, ou seja, 40 mg/mL (100 μ mol/mL).

A concentração eficiente, quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (CE_{50}), foi determinada a partir de uma curva exponencial de primeira ordem, obtida plotando-se na abscissa as concentrações da amostra (μ g/mL) ou do controle positivo e na ordenada, a porcentagem de DPPH remanescente (% DPPHREM).

Os valores de absorbância em todas as concentrações testadas, no tempo de 1 hora, foram convertidos em porcentagem de atividade antioxidante (AA%), determinada pela Equação:

$$\%AA = \{ [Abs_{controle} - (Abs_{amostra} - Abs_{branco})] \times 100 \} / Abs_{controle}$$

onde $Abs_{controle}$ é a absorbância inicial da solução metanólica de DPPH e $Abs_{amostra}$ é a absorbância da mistura reacional (DPPH+amostra).

2.5 Determinação dos fenólicos totais

A determinação do teor de fenólicos totais presentes nas amostras de extrato etanólico das espécies estudadas foi feita por meio do método de Folin-

Ciocalteau (SOUSA et al., 2007), no Laboratório de Química Orgânica, do Departamento de Química, da Universidade Federal de Lavras.

O extrato etanólico (100 mg) foi dissolvido em metanol, transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL e o volume final completado com metanol. Uma alíquota de 7,5 mL desta solução foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL. Esta segunda solução teve seu volume acertado novamente com metanol. Uma alíquota de 100 μ L desta última solução foi agitada manualmente com 500 μ L do reagente de Folin-Ciocalteau/Cromoline e 6 mL de água destilada por 1 minuto. Decorrido este tempo, adicionaram-se 2 mL de Na_2CO_3 a 15% à mistura, agitando-se por 30 segundos. Finalmente, a solução teve seu volume acertado para 10 mL com água destilada.

Após 2 h, a absorvância das amostras foi medida a 750 nm, tendo como “branco” o metanol e todos os reagentes, exceto o extrato. O teor de fenólicos totais (FT) foi determinado por interpolação da absorvância das amostras *versus* uma curva analítica construída com padrão de Ácido Gálico/Sigma Aldrich, nas concentrações de 10 a 350 $\mu\text{g/mL}$ e expressos como mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por g de extrato. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.6 Análises estatísticas

As médias dos percentuais de atividade antioxidante, percentuais de DPPH remanescente e as concentrações eficientes (CE_{50}) foram comparadas utilizando-se Análise de Variância (ANOVA), sendo considerados significativos valores de $p < 0,001$, seguindo-se de comparações múltiplas pelo Teste de Tukey a 5%. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM do Programa *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.2 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS, 2008).

Os coeficientes de correlação foram determinados entre o conteúdo de fenóis totais e a concentração eficiente de cada extrato (CE_{50}).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os testes qualitativos na triagem fitoquímica são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

Os fitoquímicos encontrados na maioria dos extratos de *S. cumini* (L.) Skeels foram ácidos orgânicos, açúcares redutores, taninos, flavonóides e glicosídeos cardioativos. Para a espécie *S. paniculatum* Gaertn., os testes positivos foram ácidos orgânicos, açúcares redutores, proteínas e aminoácidos, taninos, glicosídeos cardioativos, depsídeos/ depsidonas e saponinas espumílicas.

Tabela 1 Fitoquímicos presentes nos extratos dos frutos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels

Extratos de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels			
Classes de Fitoquímicos	Sementes	Polpa	Cascas das Sementes
Ácidos Orgânicos	+	+	+
Açúcares Redutores	+	+	+
Polissacarídeos	-	-	-
Proteínas e Aminoácidos	+	-	-
Taninos	+	+	+
Catequinas	-	+	-
Flavonóides	-	+	+
Glicosídeos cardioativos	-	+	+
Sesquiterpenlactonas e outras	-	-	-
Azulenos	-	-	-
Carotenóides	-	-	-
Esteróides e Terpenóides	-	-	-
Depsídeos e Depsidonas	+	-	-
Derivados da Cumarina	-	-	-
Saponinas Espumílicas	-	+	-
Alcalóides	-	-	-
Purinas	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-

(+ e - indicam presença ou ausência do fitoquímico, respectivamente)

Tabela 2 Fitoquímicos presentes nos extratos dos frutos de *Syzygium paniculatum* Gaertn

Extratos de <i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.			
Classes de Fitoquímicos	Sementes	Polpa	Cascas das Sementes
Ácidos Orgânicos	+	+	+
Açúcares Redutores	+	+	+
Polissacarídeos	-	-	-
Proteínas e Aminoácidos	+	+	+
Taninos	+	+	+
Catequinas	-	-	-
Flavonóides	-	-	+
Glicosídeos cardioativos	+	-	+
Sesquiterpenlactonas e outras	-	-	-
Azulenos	-	-	-
Carotenóides	-	-	-
Esteróides e Terpenóides	-	-	+
Depsídeos e Depsidonas	+	-	+
Derivados da Cumarina	-	-	-
Saponinas Espumílicas	-	+	+
Alcalóides	-	-	-
Purinas	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-

(+ e - indicam presença ou ausência do fitoquímico, respectivamente).

Barcia (2009) estudando as polpas dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels *in natura* encontrou apenas traços de carotenóides, conseguindo identificar a presença de β -criptoxantina, luteína e zeaxantina, por cromatografia líquida de alta performance. Entre os compostos fenólicos quantificados nos frutos *in natura* de *S. cumini* (L.) Skeels a epicatequina, o ácido caféico e o ácido gálico, representaram em média, 34%, 16% e 41% da soma do conteúdo dos ácidos fenólicos, respectivamente. Além destes, foram identificados também os ácidos cumárico, para-hidroxibenzóico e elágico, mircitina e quercetina.

Alguns trabalhos relatam a presença de antocianinas. Esses estudos atribuem a cor dos frutos à presença de delphinidina, malvidina, cianidina e petunidina (BARCIA, 2009; VEIGAS et al., 2007).

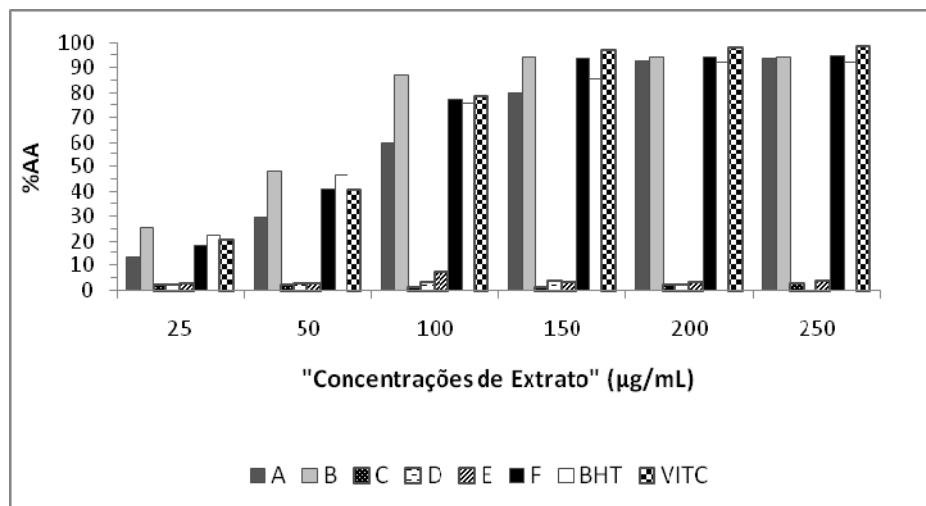
Migliato et al. (2007) relatam teores de taninos totais no jabolão de 4,2%, valores considerados relativamente baixos pelo autor, quando comparado com outras plantas. No estudo de Barcia (2009) os valores encontrados para taninos totais foram superiores, tendo os frutos do jabolão apresentado em média 23,5% de taninos, sendo o teor de taninos condensados superior ao dos taninos hidrolisados.

A extração de compostos fenólicos de produtos naturais é fortemente influenciada pelo solvente utilizado. Tem-se observado que quanto maior a polaridade do solvente de extração, maior a quantidade de compostos fenólicos extraídos (GAMÉZ-MEZA et al., 1999).

Cabe ressaltar que neste estudo os fitoquímicos foram identificados nos extratos etanólicos, e não no suco dos frutos *in natura* como nos estudos supracitados.

Segundo Simões et al. (2007) e Leite (2008), quando o etanol é empregado como solvente, devido à sua polaridade, pode extrair do material vegetal as seguintes classes químicas: flavonóides, taninos, cumarinas, lignanas, glicosídeos cardioativos, saponinas, triterpenóides, alcalóides e heterosídeos em geral.

O Gráfico 1 mostra as atividades antioxidantes (AA%) em função das concentrações para os diferentes extratos e controles positivos.



A (extrato etanólico de sementes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels); B (extrato etanólico de sementes dos frutos de *S. paniculatum* Gaertn.); C (extrato etanólico da polpa dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels); D (extrato etanólico da polpa dos frutos de *S. paniculatum* Gaertn.); E (extrato etanólico da casca das sementes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels); F (extrato etanólico da casca das sementes dos frutos de *S. paniculatum* Gaertn.); BHT (3,5-Di-tert-butil-4-hidroxiltolueno); VITC (ácido ascórbico).

Gráfico 1 Percentual de Atividade Antioxidante em função das concentrações, para os diferentes extratos e controles

As análises estatísticas demonstraram que as médias de AA% dos extratos B e F não diferiram significativamente dos controles positivos BHT e ácido ascórbico, para todas as concentrações testadas. Para o extrato A, a ausência de diferença significativa entre as médias de AA% dos extratos e dos controles positivos ocorreu somente a partir da concentração de 200µg/mL. Os demais extratos apresentaram atividade antioxidante muito pequena, sendo considerados sem efeito (Tabela 3).

Tabela 3 Percentuais médios de atividade antioxidante, para cada extrato, nas diferentes concentrações testadas

	Concentrações ($\mu\text{g/mL}$)					
	25	50	100	150	200	250
A	13 \pm 2,36	29 \pm 2,35	60 \pm 1,58	80 \pm 4,60	93 \pm 0,27	94 \pm 0,36
B	25 \pm 4,38	48 \pm 1,92	87 \pm 5,86	94 \pm 0,10	94 \pm 0,16	94 \pm 0,10
C	3 \pm 1,22	2 \pm 1,06	1 \pm 1,23	2 \pm 1,17	2 \pm 1,23	3 \pm 1,04
D	2 \pm 0,85	3 \pm 0,90	3 \pm 0,90	4 \pm 1,80	3 \pm 0,90	0
E	3 \pm 1,66	3 \pm 2,38	7 \pm 6,52	3 \pm 1,81	3 \pm 1,52	4 \pm 1,84
F	18 \pm 1,20	41 \pm 0,89	77 \pm 0,97	94 \pm 0,05	94 \pm 0,18	95 \pm 0,09
BHT	22 \pm 1,81	47 \pm 1,26	75 \pm 0,69	86 \pm 1,71	92 \pm 0,76	92 \pm 0,64
VITC	20 \pm 0,91	41 \pm 2,07	79 \pm 3,73	97 \pm 0,02	99 \pm 0,68	99 \pm 0,23

Na indústria alimentícia, os compostos mais utilizados para inibir a oxidação e aumentar a vida de prateleira dos produtos são o butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), *tert*-butil-hidroxi-quinona (TBHQ), tri-hidroxi-butil-fenona (THBP) e o galato de propila (GP). Todavia, estudos têm demonstrado a possibilidade destes antioxidantes apresentarem alguns efeitos tóxicos (SOUSA et al., 2007).

A porcentagem de atividade antioxidante corresponde à quantidade de DDPH consumida pelo antioxidante, quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua CE_{50} e maior a sua atividade antioxidante. A Tabela 4 mostra os percentuais de DPPH remanescente para as diferentes concentrações de extratos e controles positivos testados. O DPPH remanescente corresponde à concentração de DPPH no meio, após a reação com o extrato.

Tabela 4 Percentuais de DPPH remanescente para as diferentes concentrações de extratos e controles positivos testados

	Concentrações (µg/mL)					
	25	50	100	150	200	250
A	85,53	69,82	39,36	19,60	6,84	5,72
B	74,47	51,28	12,48	5,61	5,48	5,23
C	95,47	95,98	94,51	94,10	93,52	92,98
D	89,45	88,01	88,01	87,51	86,79	86,65
E	87,23	87,24	86,16	86,82	86,92	86,37
F	74,66	54,28	21,21	6,51	5,92	5,58
BHT	61,36	41,96	19,21	10,90	5,89	5,51
VITC	59,02	43,87	15,18	1,49	0,73	0,23

As quantidades dos extratos considerados efetivos, necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (CE₅₀), são mostradas na Tabela 5. Observa-se que as CE₅₀ dos extratos B e F não diferiram significativamente dos controles BHT e Ácido Ascórbico (p< 0,05).

Tabela 5 Quantidades de extratos necessárias para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (CE₅₀)

Extrato ou Controle	CE ₅₀ Média ± DP	Níveis de Significância
A	73,46 ± 2,71	p> 0,05
B	47,50 ± 4,68	p< 0,05
F	57,24 ± 0,86	p< 0,05
BHT	54,53 ± 1,38	p< 0,05
VITC	54,52 ± 2,10	p< 0,05

Luzia e Jorge (2009) observaram valores de atividade antioxidante e de CE_{50} , atingidos pelo extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels frente ao DPPH, de 94,98% e $118,66 \mu\text{g.mL}^{-1}$, respectivamente. Neste estudo observou-se percentual de atividade antioxidante semelhante, porém CE_{50} inferior ($73,46 \pm 2,71 \mu\text{g.mL}^{-1}$).

Sá (2008), estudando a atividade antioxidante da polpa de *S. cumini* (L.) Skeels em relação ao DPPH, encontrou valores superiores aos encontrados para outros frutos como a acerola, a manga, a uva, o açaí e a amora.

Os resultados obtidos na determinação dos fenóis totais (FT) pelo método Folin– Ciocalteu, expressos em equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama de extrato bruto são apresentados na Tabela 6.

Observa-se que o extrato F, embora apresente alta atividade antioxidante, comparável a dos controles positivos, apresentou baixo teor de fenóis totais, quando comparado aos demais extratos considerados neste estudo. Nas análises de correlação entre o teor de fenóis totais e a CE_{50} dos extratos (Gráfico 2) nota-se uma correlação inversa, porém fraca para F ($r = -0,108$). Esta análise sugere que existe algum constituinte que contribui particularmente e mais efetivamente para a ação seqüestradora de radicais livres, no extrato F.

Tabela 6 Teores de Fenóis Totais (FT), expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (mg de EAG) por g de extrato bruto

Extrato ou Controle	Teor de Fenóis Totais (mg EAG/g extrato)
A	$38,54 \pm 2,38$
B	$51,11 \pm 1,83$
C	$19,27 \pm 0,28$
D	$8,93 \pm 0,97$
E	$40,21 \pm 1,70$
F	$5,02 \pm 0,74$

Observa-se ainda correlação inversa e alta, quando se consideram apenas os extratos A e B ($r = -0,835$), ou seja, quanto maior o teor de polifenóis, menor a quantidade de extrato necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% e maior a atividade antioxidante.

Luzia e Jorge (2009), estudando o extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels, observaram um teor de compostos fenólicos totais de 130,56 mg de equivalentes de ácido gálico por grama de extrato, valor superior ao encontrado no presente estudo.

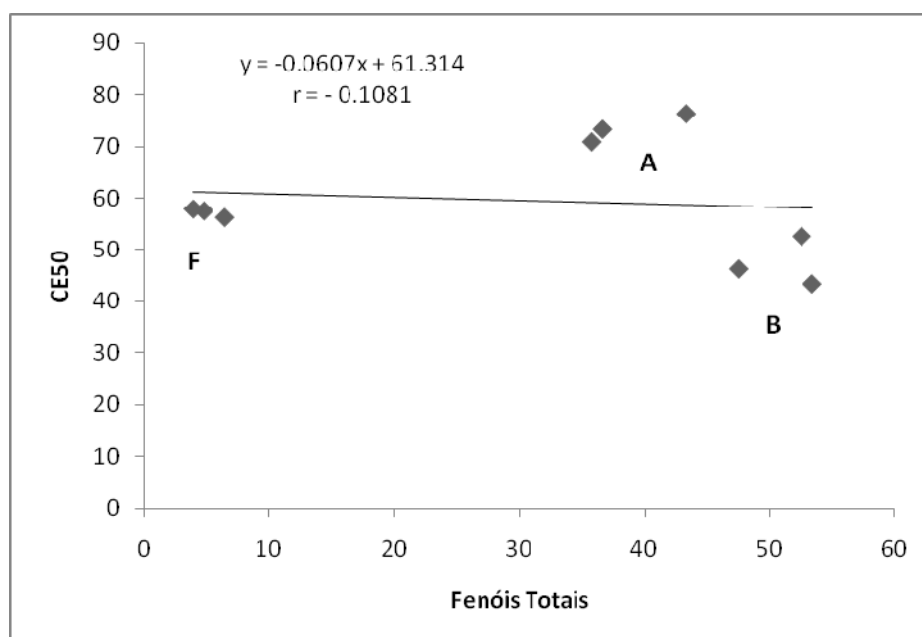


Gráfico 2 Correlação entre os fenóis totais expressos em equivalente de ácido gálico (EAG) e atividade antioxidante, expressa como concentração eficiente, CE50 do extrato

Barcia (2009) relatou que a quantificação de compostos fenólicos totais nos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels, variou de 279 a 574 mg EAG.100g⁻¹. Kuskoski et al. (2006) relataram para os frutos da mesma espécie teores de polifenóis totais de 229,6 mg EAG. 100g⁻¹.

Sá (2008), estudando a polpa de *S. cumini* (L.) Skeels, detectou teores de antocianinas de 68,5 mg/100g de amostra, valores superiores ao encontrados para os frutos de açaí, camu-camu, uva e amora.

No presente estudo, todos os extratos apresentaram baixos níveis de fenóis totais, quando comparados a dados de outras espécies descritos na literatura (KADE et al., 2008; SOUSA et al., 2007; VELIOGLU et al., 1998). Tal observação confirma a sugestão de que algum outro constituinte pode ser o responsável pela atividade antioxidante nessas espécies.

Evidências têm indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes na gênese da maioria das enfermidades crônicas não transmissíveis, sobretudo o câncer. Acredita-se que a redução no risco de desenvolvimento dessas doenças se dá pela combinação de micronutrientes, antioxidantes, substâncias fitoquímicas e fibras presentes nos alimentos de origem vegetal da dieta (WORLD CANCER RESEARCH FUND - WCRF, 2007).

O ácido ascórbico ou vitamina C é um dos antioxidantes mais importantes no organismo vivo, principalmente em níveis hidrossolúveis, atuando na inativação de radicais hidroxila, para os quais o organismo não possui antioxidantes endógenos específicos (OLSZEWER, 2008).

Barcia (2009) observou que o conteúdo de ácido L-ascórbico nos frutos de *S.cumini* (L.) Skeels foi de 16,17 µg.g⁻¹, sendo relativamente baixo quando comparado aos teores de outras frutas, apesar de que três dos extratos testados apresentaram atividade antioxidante, no seqüestro de radicais livres DPPH, semelhante à vitamina C.

4 CONCLUSÃO

Nos extratos estudados foram encontrados ácidos orgânicos, açúcares redutores, taninos, flavonóides e glicosídeos cardioativos.

Os extratos B (das sementes de *S. paniculatum* Gaertn.) e F (da casca das sementes de *S. paniculatum* Gaertn.) são potentes antioxidantes.

Os frutos do jambolão podem ser importantes fontes de antioxidantes da dieta, devendo seu consumo ser incentivado.

O teor de fenólicos totais encontrado foi baixo, porém, a atividade antioxidante dos extratos aumenta com o aumento do teor de fenólicos.

REFERÊNCIAS

ATOUI, A. K. et al. Tea antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, Reading, v. 89, n. 1, p. 27, Jan. 2005.

BARCIA, M. T. **Composição Centesimal e de Fitoquímicos em Jambolão (*Syzygium cumini*)**. 2009. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

GAMÉZ-MEZA, N. et al. Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Linden Drive, v. 76, n. 12, p. 1445-1447, Dec. 1999.

GROVER, J. K.; VATS, V.; RATHI, S. S. Anti-hyperglycemic effect of *Eugenia jambolana* and *Tinospora cordifolia* in experimental diabetes and their effects on key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 73, p. 461-470, Apr. 2000.

KADE, I. J. et al. Sun-drying diminishes the antioxidant potentials of leaves of *Eugenia uniflora* against formation of thiobarbituric acid reactive substances induced in homogenates of rat brain and liver. **Experimental and Toxicologic Pathology**, Hannover, v. 60, p. 365-371, Dec. 2008.

KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul. 2006.

LEITE, J. P. V. **Fitoterapia**: bases científicas e tecnológicas. São Paulo: Atheneu, 2008. 344 p.

LONGO, L. et al. Anthocyanins from *Eugenia myrtifolia* Sims. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlim, v. 8, p. 329-332, Sept. 2007.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jabolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, mar. 2009.

MANZZATI, C. M. et al. Estudo da casca de *Syzygium cumini* no controle de glicemia e estresse oxidativo de ratos normais e diabéticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1062-1065, nov. 2003.

MATOS, F. J. A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. Fortaleza: UFC, 1988. 345 p.

MIGLIATO, K. F. et al. Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 94-101, jan. 2007.

OLSZEWER, E. **Clínica Ortomolecular**. 2 ed. São Paulo: Rocca, 2008. 544 p.

OU, B. et al. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 3122-3128, Apr. 2002.

PEPATO, M. T. et al. Lack of antidiabetic effect of a *Eugenia jambolana* leaf decoction on rat streptozotocin diabetes. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 34, p. 389-395, Jan. 2001.

SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels)**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 1102 p.

SOUSA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, mar. 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT 9.2: User's Guide**. Cary, NC, 2008. 400 p.

TEIXEIRA, C. C. et al. Effect of tea prepared from leaves of *Syzygium jambos* on glucose tolerance in non-diabetic subjects. **Diabetes Care**, Washington, v. 13, p. 907-908, Feb. 1990.

VEIGAS, J. M. et al. Chemical Mnature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of syzygium cumini Skeels. **Food Chemistry**, Reading, v. 105, p. 619–627, Apr. 2007.

VELIOGLU, Y. S. et al. Anti-oxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and gram products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, p. 4113-4117, May 1998.

WORLD CANCER RESEARCH FUND. **Food, Nutrition, and the Prevention of Cancer: a global perspective**. Washington: American Institute for Cancer Research, 2007. 987 p.

CAPÍTULO 4

**ATIVIDADES HIPOGLICEMIANTE E ANTI-HIPERLIPIDÊMICA DE
DUAS ESPÉCIES DO GÊNERO *SYZYGIUM***

RESUMO

Com o recente aumento do interesse em se utilizarem plantas medicinais e fitoterápicos e a grande biodiversidade brasileira como desafio e oportunidade de se descobrirem novas substâncias para o tratamento do diabetes, o objetivo deste capítulo foi verificar o efeito de extratos etanólicos de diferentes partes dos frutos, de duas espécies de plantas do gênero *Syzygium*, na glicemia, lipidemia e outras alterações metabólicas do Diabetes *mellitus*, em modelos animais. O extrato etanólico foi preparado da casca das sementes, do núcleo das sementes e da polpa dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels e *S. paniculatum* Gaertn.. Os animais foram induzidos ao diabetes e dislipidemias por meio de injeção intravenosa de estreptozotocina e oferta de dieta de alto teor lipídico. Foram avaliados diariamente peso corporal, ingestão hídrica e de alimentos, volume urinário e, semanalmente, os parâmetros bioquímicos séricos glicemia de jejum, triacilgliceróis e colesterol total. Insulinemia e HDL-colesterol foram avaliados no início e ao final do experimento. Para as avaliações bioquímicas foram utilizados kits comerciais. Os animais foram distribuídos em sete grupos de seis repetições cada, sendo um grupo controle diabético e os demais recebendo a mesma dose dos diferentes extratos. O extrato das cascas das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels foi o único efetivo na redução da glicemia, indicando que o princípio ativo da planta provavelmente se encontra nas cascas das sementes. Esse mesmo extrato também foi efetivo na redução do colesterol sanguíneo dos animais. Os extratos dos núcleos das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels e de *S. paniculatum* Gaertn. foram efetivos na redução dos triacilgliceróis sanguíneos. Os extratos de todas as partes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels e dos núcleos das sementes de *S. paniculatum* Gaertn. impediram o ganho de peso dos animais em relação ao controle. De forma geral, os extratos das sementes, de ambas as espécies, foram os que influenciaram diretamente os parâmetros e características estudados.

Palavras-chave: Diabetes. *Syzygium*. Síndrome Metabólica.

ABSTRACT

With the recent increase of the interest in the use of medicinal plants, the wide Brazilian biodiversity as challenge and opportunity of the new substances discovery for the diabetes treatment, the object of this chapter was to check the effect of ethanolic extracts of different parts of the fruit, of two species of plants of *Syzygium* genus, on blood glucose and lipids and others metabolic alterations of *Diabetes mellitus*, on animal models. The ethanolic extract was prepared from the seeds skin, seeds nucleus and pulp of fruits of *S. cumini* (L.) Skeels and *S. paniculatum* Gaertn.. The animals were induced to the diabetes and blood lipids alterations by streptozotocin intravenous injection and offer of high lipidic content diet. Body weight, water and food intake, urinary volume were evaluated daily and, biochemical parameters like fasting blood glucose, serum insulin levels, blood triglycerides and total cholesterol were evaluated weekly. Blood insulin levels and blood HDL-cholesterol were evaluated initially and at the end of the study. For biochemical evaluations commercial kits were used. The animals were divided in seven groups of six repetitions each, being one diabetic control and others receiving the same dose of the different extracts. The seeds skin extract of *S. cumini* (L.) Skeels was the only effective in the reduction of fasting blood glucose, what indicates that the active principle of the plant probably is in the seeds skin. This same extract was also effective in the reduction of the blood total cholesterol of the animals. The seeds nucleus extract of *S. cumini* (L.) Skeels and *S. paniculatum* Gaertn. was effective in the reduction of blood triglycerides. The extract of every part of *S. cumini* (L.) Skeels fruits and of the seeds nucleus of *S. paniculatum* Gaertn. stopped the animals weight gain related to the control. On the whole, the seeds extracts, of the both species, was what influenced straight the parameter and characteristic studied.

Keywords: Diabetes. *Syzygium*. Metabolic Syndrome.

1 INTRODUÇÃO

O Diabetes *mellitus* (DM) tipo 2 é uma síndrome heterogênea, caracterizada por um declínio progressivo da ação da insulina, seguido pela inabilidade das células β -pancreáticas em compensar essa resistência à insulina (SRINIVASAN et al., 2005).

A Síndrome Metabólica (SM) é um transtorno complexo representado por um conjunto de fatores de risco cardiovascular, usualmente relacionados à resistência à insulina e à deposição central de gordura (BRANDÃO et al., 2005).

A definição de Síndrome Metabólica da OMS preconiza como ponto de partida a avaliação da resistência à insulina ou de distúrbio no metabolismo da glicose (ALBERTI; ZIMMET, 1998). Nesse sentido a Síndrome Metabólica encontra-se estreitamente relacionada ao Diabetes *mellitus* tipo 2.

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabestes – SBD (2007), em 1985 estimava-se que existissem 30 milhões de adultos com DM no mundo; esse número cresceu para 135 milhões em 1995, atingindo 173 milhões em 2002, com projeção de chegar a 300 milhões no ano de 2030.

Cerca de dois terços desses indivíduos com DM vivem nos países em desenvolvimento, onde a epidemia de DM tem maior intensidade, com crescente proporção de pessoas afetadas em grupos etários mais jovens (WILD et al., 2004).

No Brasil, ao final dos anos 1980, a prevalência de DM na população adulta foi estimada em 7,6%; dados posteriores apontaram taxas de 12,1% (TORQUATO et al., 2003).

De acordo com o *Center for Disease Control* (CDC), o diabetes é a principal causa de cegueira adquirida, bem como de insuficiência renal terminal. Mais de 60% das amputações não traumáticas que ocorrem nos Estados Unidos são em pessoas com diabetes (LAMOUNIER, 2008).

Estimativas do custo direto do DM para o Brasil estão em torno de 3,9 bilhões de dólares. Esses custos afetam a todos, porém não são apenas um problema econômico. Os custos intangíveis (dor, ansiedade, inconveniência e perda de qualidade de vida, por exemplo) também representam grande impacto na vida das pessoas com diabetes e suas famílias (SBD, 2007).

Segundo Viegas, Bolzani e Barreiro (2006) o profundo conhecimento do arsenal químico da natureza, pelos povos primitivos e pelos indígenas pode ser considerado fator fundamental para o descobrimento de substâncias tóxicas e medicamentosas ao longo do tempo. A convivência e o aprendizado com os mais diferentes grupos étnicos trouxeram valiosas contribuições para o desenvolvimento da pesquisa em produtos naturais, do conhecimento da relação íntima entre a estrutura química de um determinado composto e suas propriedades biológicas.

A OMS tem oferecido incentivos para as pesquisas relacionadas ao conhecimento técnico-científico de plantas medicinais devido ao aumento no número de pessoas que estão fazendo uso de suas propriedades. Dentre outros fatores, o principal responsável pelo crescimento do setor de pesquisas farmacológicas é o desenvolvimento de processos que identifiquem e caracterizem os princípios ativos de vegetais, comprovando sua eficácia (CASTRO et al., 2004).

Considerando-se o recente aumento do interesse em se utilizarem plantas medicinais e fitoterápicos e a grande biodiversidade brasileira como desafio e oportunidade de se descobrirem novas substâncias para o tratamento do diabetes, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de extratos etanólicos, de diferentes partes dos frutos, de duas espécies de plantas do gênero *Syzygium* na glicemia, lipidemia e outras alterações metabólicas do Diabetes *mellitus*, em modelos animais; bem como induzir o Diabetes *mellitus* tipo 2 em ratos, por meio da combinação entre baixa dose de estreptozotocina e dieta de alto teor

lipídico; tratar os animais diabéticos com extratos etanólicos das duas espécies de jambolão e verificar o efeito dos extratos na glicemia, insulinemia e lipidemia, no peso corporal e na ingestão alimentar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais

Os animais foram adquiridos no Centro Multidisciplinar de Investigação Biológica da Universidade Estadual de Campinas (CEMIB/UNICAMP).

O experimento realizou-se nas instalações do Biotério, do Departamento de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Lavras.

O protocolo experimental foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Vale do Rio Verde (UninCor), Campus de Três Corações- MG, sendo o parecer de aprovação posteriormente convalidado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras- MG.

Ratos da linhagem Wistar, machos, com 35 dias de idade, pesando $140 \pm 28,07$ g, foram mantidos em gaiolas metabólicas individuais, em ambiente com temperatura controlada ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), com ciclos de claro/escuro 12/12h.

Todos os animais receberam dieta comercial padrão e água *ad libitum* antes da indução do diabetes.

2.2 Administração da dieta de alto teor lipídico e indução do diabetes

Os animais foram submetidos à ingestão *ad libitum* de uma dieta semi-purificada com alto teor lipídico (DATL) (Quadro 1), baseada na preconização do Instituto Americano de Nutrição, AIN-93G (REEVES, 1997; REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993; REEVES; ROSSOW; LINDLAUF, 1993), com modificações, que teve a seguinte composição em percentuais da energia total, 44% na forma de lipídeos, 15,2% de proteínas e 40,8% de carboidratos.

Quadro 1 Composição da Dieta de Alto Teor Lipídico

INGREDIENTES	TEORES (g/100g)
Amido de Milho	24,0
Amido de Milho Dextrinizado (90-94% de tetrassacarídeos)	13,0
Caseína \geq 85% de proteína	20,0
Sacarose	10,0
Óleo de Soja	7,0
Gordura Suína	15,0
Celulose	5,0
Pré-Mix Mineral AIN-93G	3,5
Pré-Mix Vitamínico AIN-93	1,0
L-Cistina	0,3
DL-Metionina	0,16
Bitartarato de Colina	0,25
Colesterol	0,5
Colato de Sódio	0,2
Butilhidroxitolueno (BHT)	0,01
Vitamina E	0,01

Os animais receberam injeção intraperitoneal de estreptozotocina (50 mg/Kg) (SIGMA-ALDRICH), estando em jejum durante a noite anterior (12h). Após esse procedimento, passaram a receber a DATL.

Decorridos 3 dias da administração de estreptozotocina, foram realizados testes diários de glicemia de jejum, por meio do glicosímetro Accu-Check Advantage II, durante sete dias. Os animais com glicemia de jejum maior ou igual a 200 mg/dL foram considerados diabéticos e incluídos aleatoriamente nos grupos de estudo.

Os animais receberam a DATL e água *ad libitum* até o final do experimento.

2.3 Coleta do material vegetal

O material vegetal foi coletado pela manhã (temperatura ambiente de 21,6°C), no mês de março de 2009, no Campus Histórico da Universidade Federal de Lavras, em Lavras- MG e na Fazenda São Bento, em Três Corações- MG.

As espécies *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn. foram devidamente identificadas e registradas no Herbário do Departamento de Biologia da UFLA, sob os números 25133 e 25134, respectivamente.

O processamento do material vegetal ocorreu no mesmo dia da coleta, sendo as diferentes partes dos frutos acondicionadas em estufa ventilada de circulação mecânica (FANEM 320-SE), a 30°C, por aproximadamente 07 dias.

Ao final da secagem do material, os extratos etanólicos foram preparados por extração a frio.

2.4 Obtenção dos extratos

As extrações foram realizadas no Laboratório de Química Orgânica da Universidade Federal de Lavras, onde as partes das plantas foram separadas e secas. Em seguida, foram submetidas à extração a frio com etanol a 98% (SIMÕES et al., 2007).

Foram preparados extratos das sementes, da polpa e das cascas das sementes de cada uma das duas espécies.

O material vegetal foi particulado, submerso em etanol 98%, acondicionado em Erlenmeyer, envolto em papel alumínio e acondicionado à temperatura ambiente por 4 dias. Decorrido esse período, o material vegetal foi filtrado a vácuo, em funil de Buchner. A evaporação do solvente foi realizada

em evaporador rotatório (BÜCHI R-114) e banho-maria (BÜCHI B-480), à temperatura de 65°C. O extrato obtido foi colocado em cápsulas de porcelana previamente secas e pesadas, e deixado em estufa não-ventilada, à temperatura de 45°C, até obter peso constante.

Após a total evaporação do solvente as cápsulas foram envoltas em uma camada de filme plástico e outra de papel alumínio e deixadas em geladeira, à temperatura entre 3 a 4°C.

2.5 Ensaio biológico

A indução do diabetes nos animais foi realizada conforme as metodologias propostas por Reed et al. (2000) e Srinivasan et al. (2005), que preconizam o uso de dieta de alto teor lipídico associada à estreptozotocina (50mg/Kg).

Cada grupo foi composto por 6 animais (n=42), inicialmente tratados com DATL e estreptozotocina, e posteriormente distribuídos aleatoriamente entre os grupos.

GRUPO A: animais diabéticos, não tratados (Controle Diabético).

GRUPO B: animais diabéticos, tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn..

GRUPO C: animais diabéticos, tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn..

GRUPO D: animais diabéticos, tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn..

GRUPO E: animais diabéticos, tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels.

GRUPO F: animais diabéticos, tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels.

GRUPO G: animais diabéticos, tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels.

As doses dos extratos foram dissolvidas em 0,5 mL de água mineral potável, da marca Ingá, procedentes do mesmo lote, e a solução aquosa foi administrada por gavagem, uma vez ao dia, por 20 dias. Um tubo flexível com a ponta arredondada foi introduzido na boca do animal e gentilmente empurrado pelo esôfago até o estômago (BALLS, 1994).

A escolha das dosagens utilizadas de cada extrato foi baseada na literatura disponível acerca dos estudos dos efeitos hipoglicemiantes de plantas do gênero *Syzygium* e foi de 200mg/Kg/dia para todos os extratos testados.

O consumo de alimento, o consumo de água e o volume urinário foram obtidos diariamente, de forma direta, por pesagem e medidas de volume.

O experimento teve duração de 21 dias e nos dias 0, 7 e 14 do experimento foram coletadas amostras sanguíneas, por meio de amputação da ponta da cauda, para as análises bioquímicas semanais.

Ao final do experimento (21º dia) a eutanásia foi realizada, sendo os animais anestesiados com tiopental sódico (50 mg/Kg) e submetidos à exsanguinação (CLOSE et al., 1996; CLOSE et al., 1997). Foram coletadas amostras sanguíneas através de punção cardíaca, para as análises bioquímicas. Os fígados e pâncreas obtidos foram encaminhados para exame anatomopatológico.

2.6 Avaliação dos parâmetros bioquímicos

Foram avaliados os seguintes parâmetros bioquímicos: glicemia de jejum, insulinemia, triacilgliceróis séricos, colesterol sérico total e frações.

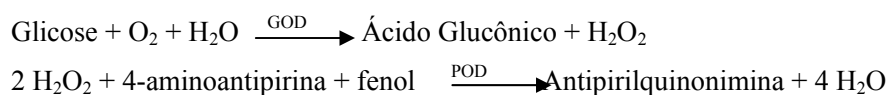
2.6.1 Glicemia de jejum

A glicemia capilar de jejum dos animais foi avaliada diariamente até o estabelecimento clínico do Diabetes *mellitus*. Para tal procedimento foi utilizado um glicosímetro da marca Accu-Chek Advantage II (Roche Diagnostics – Mannheim, Alemanha), método de análise que possui boa correlação com os métodos enzimáticos colorimétricos tradicionais (BLUWOL et al., 2007; KOZAR et al., 2008; MIRA; CANDIDO; YALE, 2006).

Durante o período de tratamento, a glicemia de jejum foi avaliada semanalmente, por meio de teste enzimático colorimétrico, utilizando-se kits comerciais da marca Labtest Diagnóstica SA.

O método utilizado foi o GOD-Trinder. A glicose foi determinada, em amostras de soro, conforme descrição:

A glicose oxidase (GOD) catalisa a oxidação da glicose de acordo com a seguinte reação:



Equação 1: Reações Enzimáticas para Determinação da Glicemia

O peróxido de hidrogênio formado reage com 4-aminoantipirina e fenol, sob ação catalisadora da peroxidase (POD), formando uma antipirilquinonimina vermelha cuja intensidade de cor é proporcional à concentração da glicose na amostra.

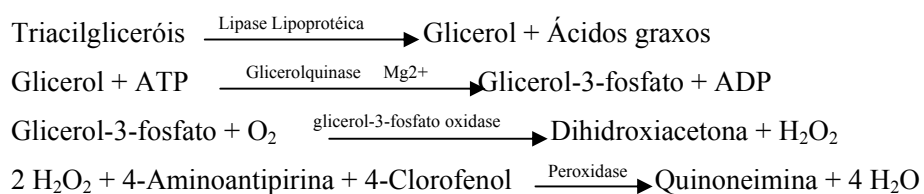
2.6.2 Insulinemia

A insulinemia foi determinada antes do início e ao final do período de tratamento, por meio de Ensaio Imunoenzimático (ELISA), utilizando-se kit comercial da marca Milipore® (Importado por Genese Produtos Diagnósticos Ltda).

2.6.3 Trigliceridemia

A trigliceridemia foi avaliada semanalmente por meio de teste enzimático colorimétrico, utilizando-se kits comerciais da marca Labtest Diagnóstica SA.

O método utilizado foi o Enzimático-Trinder. Os triacilgliceróis foram determinados em amostras de soro, de acordo com as seguintes reações:



Equação 2: Reações Enzimáticas para Determinação da Trigliceridemia

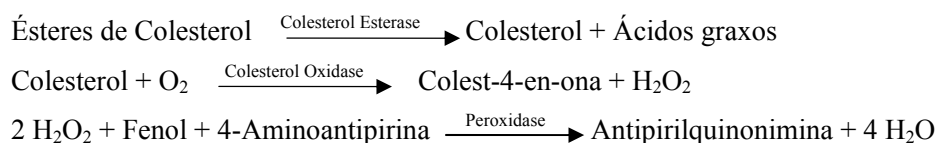
A intensidade da cor vermelha formada é diretamente proporcional à concentração de triacilgliceróis na amostra.

2.6.4 Colesterolemia

Para avaliação semanal da colesterolemia foram utilizados testes enzimáticos colorimétricos, utilizando-se kits comerciais da marca Labtest Diagnóstica SA. Foram determinados colesterol total e as frações HDL e LDL+VLDL.

2.6.4.1 Colesterol total

O método utilizado foi o enzimático por reação da colesterol oxidase. O colesterol total foi determinado, semanalmente, em amostras de soro, de acordo com as seguintes reações:



Equação 3: Reações Enzimáticas para Determinação da Colesterolemia

A intensidade da cor vermelha formada na reação final é diretamente proporcional à concentração do colesterol na amostra.

2.6.4.2 Fração HDL

O colesterol em HDL foi determinado somente ao final do experimento, devido ao maior volume sanguíneo requerido pelo método de precipitação seletiva das lipoproteínas de baixa e muito baixa densidades (LDL e VLDL), por reação de ponto final.

Nesse método as VLDL e as LDL foram seletiva e quantitativamente precipitadas com ácido fosfotungstíco e o colesterol ligado às HDL foi determinado no sobrenadante.

O colesterol HDL no sobrenadante foi determinado pelo mesmo método descrito para o colesterol total.

2.6.4.3 Frações LDL + VLDL

O colesterol nas frações VLDL e LDL foi determinado pela diferença entre colesterol total e colesterol HDL, sendo expressas juntas em somatório, devido à baixa aplicabilidade da Equação de Friedwald a roedores.

2.6.5 Análises histológicas

Após punção cardíaca, os animais foram sacrificados e submetidos à abertura ampla da cavidade abdominal até a exposição dos órgãos internos. Foram então coletados fragmentos de pâncreas e fígado, fixados em formaldeído a 10% e processados por inclusão em parafina. Secções com 5,0 µm de espessura foram coradas com Hematoxilina – Eosina e analisadas em microscopia óptica.

2.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições. Os tratamentos foram dispostos em diferentes grupos (A, B, C, D, E, F e G); o peso corporal, o consumo de água, o consumo de ração e o volume urinário foram mensurados diariamente e os parâmetros bioquímicos foram mensurados em avaliações semanais (0, 7, 14 e 21 dias).

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao Teste de Normalidade de Shapiro Wilk. Os que não apresentaram distribuição normal ($p < 0,05$) foram transformados para obtenção da normalidade (raiz quadrada) e analisados por testes estatísticos paramétricos (Análise de Variância, Testes t de Student e t-pareado). Aqueles dados que, mesmo após transformação, não atingiram a distribuição normal, tiveram as transformações desconsideradas e foram analisados por meio de testes estatísticos não-paramétricos (Kruskal-Wallis e Teste de Dunn).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.2 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela e o Gráfico 1 apresentam os parâmetros bioquímicos relacionados à glicemia dos animais ao longo do período experimental.

Os valores de insulinemia não diferiram significativamente para o mesmo tratamento, quando comparados antes e após o período experimental, havendo diferença significativa somente para o controle.

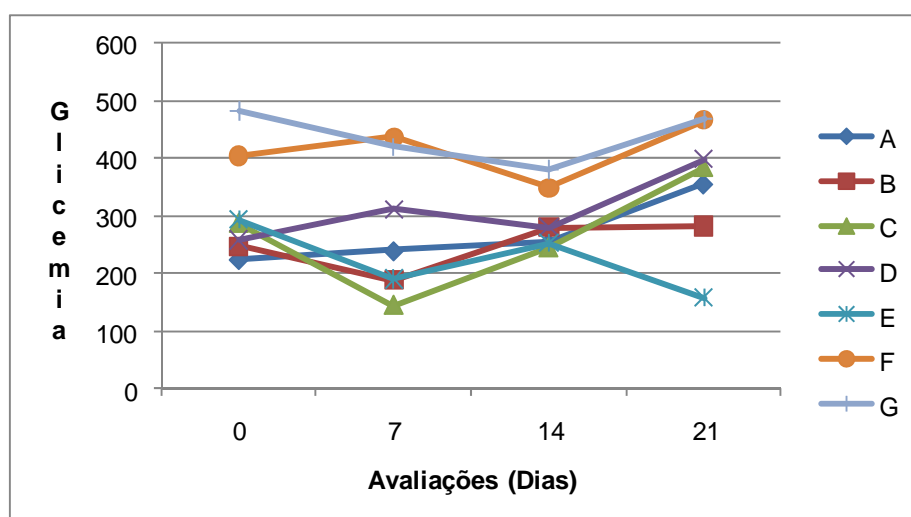
Observa-se que somente o grupo controle obteve aumento significativo de insulinemia antes e após o tratamento.

Tabela 1 Valores médios das Insulinemias obtidas no início e ao final do Experimento

Grupo	Insulinemia (ng/dL)	
	Inicial	Final
A	2,39± 0,33*	3,59± 0,55*
B	3,85 ± 0,47	3,60 ± 0,32
C	3,55 ± 0,59	3,36 ± 0,50
D	3,12 ± 0,21	3,36 ± 0,65
E	3,68 ± 0,21	3,71 ± 0,61
F	2,30 ± 0,03	2,30 ± 0,03
G	2,28 ± 0,03	2,30 ± 0,07

A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels). *Diferiram significativamente antes e após o período experimental ($p < 0,05$) pelo Teste “t-pareado”.

Os resultados obtidos para a insulinemia nesse estudo contrariam os dos autores que afirmam que *S. cumini* (L.) Skeels possui efeitos hipoglicemiantes por aumentar os níveis plasmáticos de insulina (ACHREKAR et al., 1991; SHARMA et al., 2006; SHARMA; BALOMAJUMDER; ROY, 2008; SRIDHAR et al., 2005). Porém, são semelhantes ao de Vikrant et al. (2001), que estudando extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels observaram efeito preventivo do desenvolvimento de hiperinsulinemia em ratos alimentados com frutose.



A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Gráfico 1 Valores médios das Glicemias de Jejum obtidas no Experimento

Em relação à glicemia de jejum não foram observadas diferenças estatisticamente significativas quando comparados os tratamentos ao controle. Somente no 7º dia de tratamento, as glicemias dos tratamentos F e G foram significativamente ($p < 0,05$) maiores em relação ao tratamento C.

No que se refere aos valores de glicemia de jejum, nos diferentes tempos de tratamento para um mesmo grupo, somente se observou diferença estatisticamente significativa para o grupo C, entre a glicemia após 7 dias de tratamento e a glicemia final (21 dias), sendo observado aumento significativo da glicemia ao final do período experimental.

Semelhantemente a esses resultados, outros autores também não observaram efeito da espécie *S. cumini* (L.) Skeels na redução da glicemia de animais experimentais e de humanos (DAMASCENO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2005; PEPATO et al., 2001; PEPATO et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2006).

A Tabela 2 mostra o percentual médio de redução/aumento da glicemia, subtraindo-se a glicemia inicial daquela observada ao final do experimento.

Ao se compararem as diferenças entre as glicemias de jejum finais e iniciais, observou-se que todos os tratamentos promoveram aumento da glicemia ao final do período experimental, e que somente o grupo recebendo o tratamento E (extrato da casca das sementes da espécie *S. cumini* (L.) Skeels) obteve redução da glicemia, cujo percentual foi significativamente diferente do controle.

Os grupos B, C, F e G apresentaram aumento da glicemia final, porém inferior ao observado para o grupo controle, mas sem diferença estatística.

Tabela 2 Percentual médio de redução/aumento da glicemia de jejum em cada tratamento

Tratamento Grupo	Glicemia (mg/dL) % Aumento ou Redução
A	59,56%
B	46,41%
C	31,94%
D	89,51%
E	-38,73%
F	22,39%
G	17,41%

A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Sridhar et al. (2005) ao administrarem sementes de *S. cumini* (L.) Skeels, na forma pó, a animais diabéticos induzidos por estreptozotocina observaram redução da glicemia após teste oral de tolerância à glicose.

Sharma et al. (2003), estudando o extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels em coelhos diabéticos, induzidos por aloxana, observaram redução significativa da glicemia de jejum, do pico hiperglicêmico no teste de tolerância à glicose e da hemoglobina glicosilada.

Como nesse estudo foram testadas duas partes distintas das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels (casca e núcleo), observa-se que somente as cascas das sementes exerceram efeito na redução da glicemia de jejum dos animais, indicando que possivelmente o princípio ativo está presente nessa parte da semente.

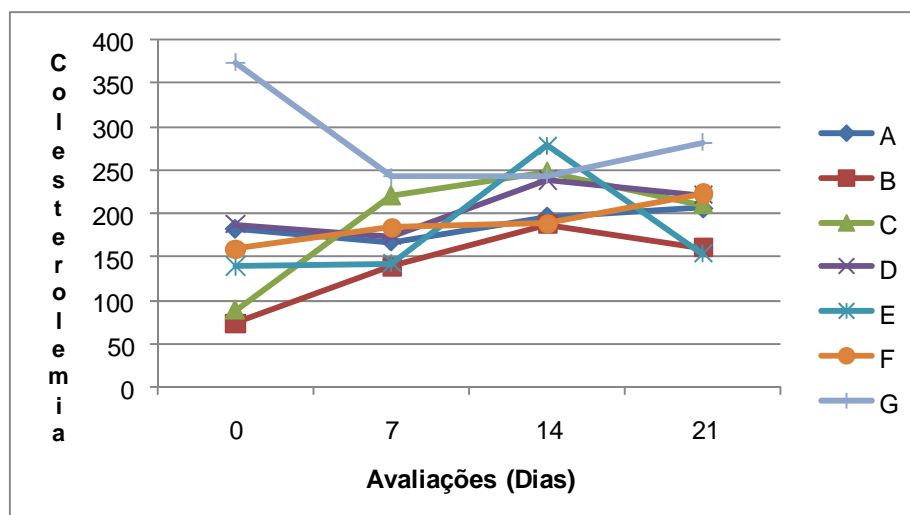
O mecanismo de ação do jambolão na redução da glicemia ainda não está esclarecido, porém Shinde et al. (2008) estudando o extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels, atribuíram os efeitos da planta na glicemia à inibição que esta exerce sobre a α -glicosidase, enzima chave no metabolismo de carboidratos, responsável por degradação final dos oligossacarídeos e dissacarídeos, oriundos de carboidratos da dieta, em monossacarídeos.

Os Gráficos 2 e 3 mostram o comportamento do colesterol total e dos triacilgliceróis sanguíneos durante o experimento.

Observa-se que para o grupo que recebeu o tratamento B (extrato dos núcleos das sementes de *S. paniculatum* Gaertn.) a colesterolemia aumentou significativamente entre o período anterior ao tratamento e o 14º dia.

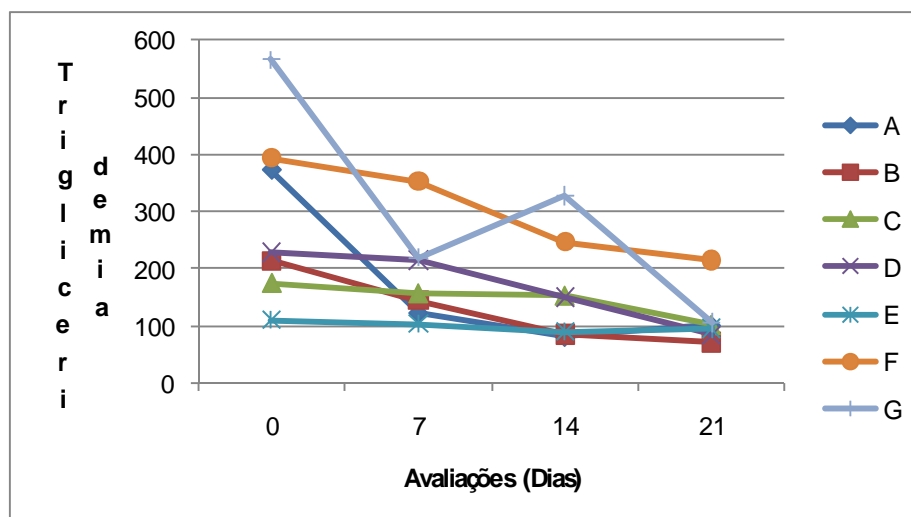
Para o grupo que recebeu o tratamento E (extrato das cascas das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels) observou-se aumento significativo da colesterolemia entre o período anterior ao tratamento e o 14º dia, sendo observado posterior decréscimo significativo entre o 14º e o 21º dia de tratamento.

Observa-se que os níveis sanguíneos de triacilgliceróis reduziram-se significativamente entre o período pré-experimental e o 21º dia de tratamento para os grupos que receberam os tratamentos B (extrato dos núcleos das sementes de *S. paniculatum* Gaertn.) e G (extrato dos núcleos das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels).



A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Gráfico 2 Valores médios de colesterol sanguíneo total, obtidos no decorrer do experimento



A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Gráfico 3 Valores médios de triacilgliceróis sanguíneos totais, obtidos no decorrer do experimento

A Tabela 3 mostra o percentual médio de redução/aumento da colesterolemia e da trigliceridemia, subtraindo-se os valores iniciais daqueles observados ao final do experimento.

Tabela 3 Percentual médio de redução/aumento da colesterolemia e da trigliceridemia em cada tratamento

Tratamento (Grupo)	Colesterol mg/dL % Aumento	Triacilgliceróis mg/dL % Redução
A	229,46%	-54,39%
B	122,93%	-60,81%
C	284,18%	-28,95%
D	24,28%	-46,43%
E	14,15%	-15,64%
F	62,15%	-58,12%
G	12,51%	-73,28%

A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Observa-se que para todos os tratamentos, inclusive para o controle, a colesterolemia aumentou e a trigliceridemia diminuiu, ao se compararem os valores séricos antes do início do tratamento e ao final do experimento.

Considerando-se a dieta de alto teor lipídico, ofertada *ad libitum*, era esperado que ambos os lipídeos séricos aumentassem.

Para a colesterolemia, os percentuais de aumento não diferiram significativamente do controle, nem entre os tratamentos. No que se refere aos triacilgliceróis séricos, observa-se que o percentual de redução observado para o

tratamento G (extrato do núcleo das sementes da espécie *S. cumini* (L.) Skeels) foi o maior, porém foi significativamente diferente apenas do tratamento E.

Ao se compararem os tratamentos, observou-se que os extratos de partes relacionadas às sementes dos frutos, de ambas as espécies, foram os que significativamente influenciaram na lipemia dos animais.

Sharma, Balomajumder e Roy (2008) estudando o extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels sobre a lipemia de ratos diabéticos também observaram redução dos níveis de triacilgliceróis, colesterol total e LDL e aumento dos níveis de colesterol HDL.

O mecanismo de ação dessas plantas no organismo permanece desconhecido, mas segundo a literatura os efeitos de *S. cumini* (L.) Skeels sobre a lipemia podem ser atribuídos a vários fatores, tais como a presença de compostos hipocolesterolêmicos que podem atuar como inibidores enzimáticos, inibindo enzimas da biossíntese de colesterol ou podem inibir a absorção intestinal de colesterol ou ainda inibirem a peroxidação lipídica; ou o extrato pode estimular a produção de insulina a ponto de reduzir a atividade da lipase sensível a hormônio (RAVI; RAJASEKARAN; SUBRAMANIAN, 2005; RAVI; RAMCHANDRAN; SUBRAMANIAN, 2004; SHARMA; BALOMAJUMDER; ROY, 2008; SHARMA et al., 2003).

A Tabela 4 faz uma comparação dos valores sanguíneos do colesterol total e das frações HDL e LDL+VLDL, obtidos ao final do experimento.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para os parâmetros bioquímicos colesterol total final, fração HDL final e frações LDL+VLDL finais (Kruskal-Wallis, a 5% de significância).

Observa-se que os níveis colesterolêmicos dos animais dos grupos B e E (tratados respectivamente com extratos dos núcleos das sementes de *S. paniculatum* Gaertn. e extrato das cascas das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels) não ultrapassaram os valores limitrofes da normalidade, ficando inferiores a 200

mg/dL, mesmo com dieta rica em colesterol. Tal comportamento não se observa no grupo controle e demais grupos.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os dados sobre o ganho de peso, o consumo de ração, a ingestão de água e o volume de urina produzido pelos animais.

Tabela 4 Valores médios finais de Colesterol Total, fração Colesterol HDL e somatório das frações LDL+VLDL

Tratamento (Grupo)	Colesterol Total (mg/dL)	Fração HDL (mg/dL)	LDL+VLDL
A	206,00 ± 84,24	53,52 ± 20,08	152,48 ± 75,11
B	160,93 ± 45,37	60,90 ± 27,21	100,03 ± 51,75
C	210,43 ± 135,59	67,78 ± 36,12	142,65 ± 134,54
D	221,02 ± 158,60	56,20 ± 13,10	164,82 ± 56,72
E	153,78 ± 53,34	52,21 ± 28,43	101,57 ± 54,76
F	222,66 ± 131,39	27,82 ± 11,14	194,85 ± 128,89
G	260,61 ± 144,76	48,75 ± 13,85	211,86 ± 148,94

A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Tabela 5 Valores Médios de Ganho de Peso e Consumo de Ração dos grupos experimentais

Grupo	Ganho de Peso Total (gramas)	Consumo Ração (g/dia)
A	76,66 ± 17,55**	15,36 ± 3,37
B	27 ± 13,51**	15,75 ± 3,66
C	61 ± 27,70	16,91 ± 1,97
D	51,66 ± 7,64	16,92 ± 2,30
E	26 ± 12,45**	15,22 ± 2,34
F	30 ± 13,42**	16,00 ± 1,96
G	36,66 ± 36,15**	15,74 ± 2,88

A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels). ** Diferiram significativamente do controle pelo Teste t-Student ($p < 0,05$).

Tabela 6 Valores Médios de Ingestão de Água e Volume Urinário dos grupos experimentais

Grupo	Ingestão de Água (mL/dia)	Volume Urinário (mL/dia)
A	36,20 ± 21,38	20,29 ± 23,42
B	49,54 ± 36,91	32,91 ± 29,64
C	42,37 ± 23,66	24,08 ± 22,09
D	58,25 ± 40,67	43,90 ± 29,75
E	34,87 ± 18,99	18,18 ± 17,17
F	72,62 ± 26,44	48,00 ± 21,24
G	71,50 ± 19,37	48,39 ± 18,99

A (Controle Diabético); B (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); C (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); D (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *S. paniculatum* Gaertn.); E (animais tratados com extrato alcoólico da casca das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); F (animais tratados com extrato alcoólico da polpa da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels); G (animais tratados com extrato alcoólico do núcleo das sementes da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Observa-se que o grupo controle obteve maior ganho de peso que os demais tratamentos, sendo que os grupos B, E, F e G tiveram ganho de peso significativamente menores que o controle.

O consumo de ração, a ingestão hídrica, o volume urinário e os níveis de hiperglicemia não diferiram significativamente entre os grupos pela análise de variância. Tal evidência indica que os tratamentos com extratos etanólicos de todas as partes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels e das sementes de *S. paniculatum* Gaertn. podem ter influenciado diretamente no peso dos animais.

Sharma et al. (2008) observaram efeitos regulatórios do extrato etanólico das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels sobre as moléculas PPAR α e PPAR γ , que controlam o metabolismo energético e lipídico, e estão envolvidas no controle da resistência à insulina, diferenciação de adipócitos e armazenamento lipídico, o que pode contribuir para explicar o menor ganho de peso dos animais no presente estudo.

Os Gráficos 4 a 6 mostram o comportamento do consumo alimentar, da ingestão hídrica e do volume urinário durante todo o período experimental.

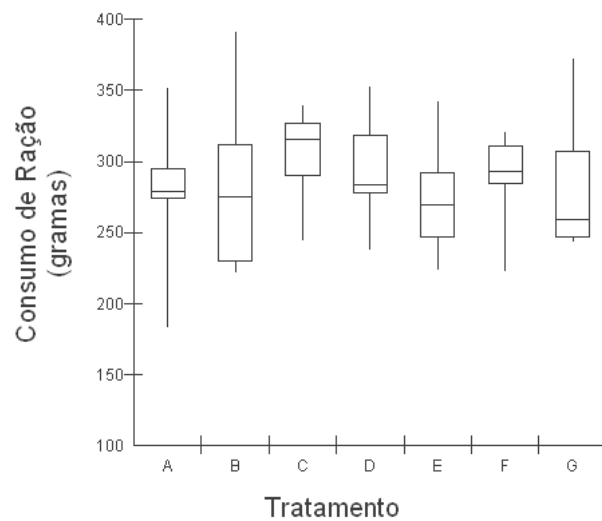


Gráfico 4 Gráfico Box-Plot , mostrando o consumo total de alimentos por tratamento

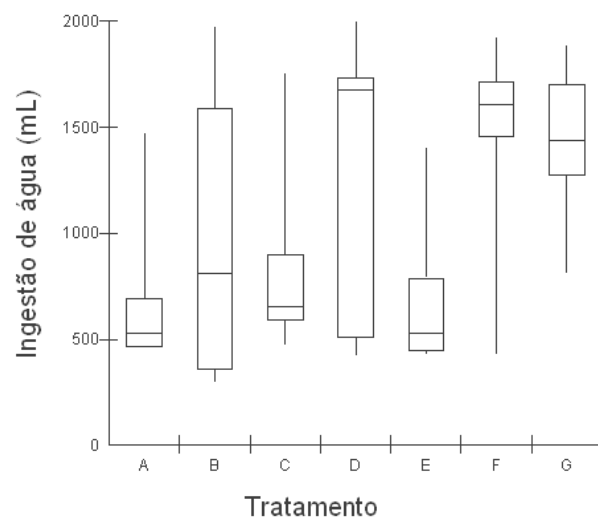


Gráfico 5 Gráfico Box-Plot , mostrando a ingestão hídrica total por tratamento

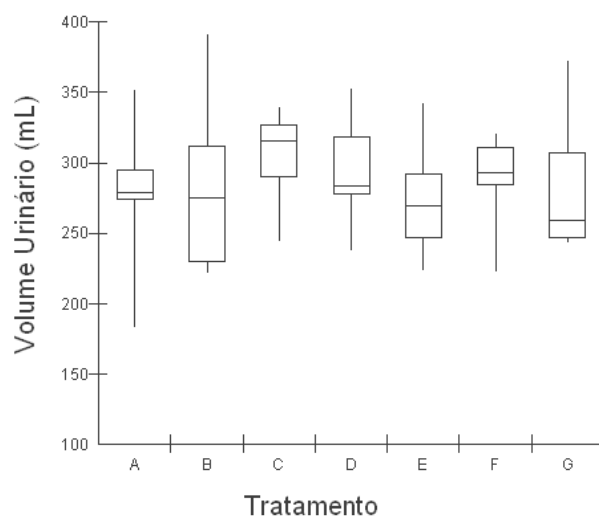


Gráfico 6 Gráfico Box-Plot , mostrando o volume urinário total por tratamento

No que se refere às análises histológicas não foram observadas alterações sugestivas de toxicidade nos tecidos de fígado e pâncreas analisados.

Os fígados de todos os grupos analisados, inclusive do controle, apresentaram regiões de esteatose hepática, efeito que foi atribuído à dieta de alto teor lipídico. Não foram observadas áreas de necrose. Não foi observada mortalidade de animais nos grupos tratados.

Sridhar et al. (2005) ao administrarem sementes de *S. cumini* (L.) Skeels, na forma de pó, a animais diabéticos não relataram quaisquer anormalidades ou mortalidade, sugerindo baixa toxicidade da planta.

Sharma, Balomajumder e Roy (2008) ao administrarem extrato etanólico de sementes de *S. cumini* (L.) Skeels a animais experimentais, na mesma dosagem utilizada nesse estudo, não observaram modificações em parâmetros bioquímicos que sugerissem toxicidade.

Sabe-se que os constituintes químicos das plantas podem variar conforme fatores como a umidade, a insolação e as condições climáticas. A não observação de alguns efeitos metabólicos nesse estudo não exclui a possibilidade de se obterem efeitos com plantas coletadas em outra época, e/ou em diferentes localizações geográficas, como, por exemplo, a região Norte do Brasil onde é grande a presença dessas espécies.

4 CONCLUSÃO

O extrato das cascas das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels foi o único efetivo na redução da glicemia, indicando que o princípio ativo da planta provavelmente encontra-se nas cascas das sementes.

O extrato das cascas das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels também foi efetivo na redução do colesterol sanguíneo dos animais.

Os extratos dos núcleos das sementes de *S. cumini* (L.) Skeels e de *S. paniculatum* Gaertn. foram efetivos na redução dos triacilgliceróis sanguíneos.

Os extratos de todas as partes dos frutos de *S. cumini* (L.) Skeels e dos núcleos das sementes de *S. paniculatum* Gaertn. reduziram o ganho de peso dos animais em relação ao controle.

De forma geral, os extratos das sementes, de ambas as espécies, foram os que influenciaram diretamente os parâmetros e características estudados.

REFERÊNCIAS

ACHREKAR, S. et al. Hypoglycemic activity of *Eugenia jambolana* and *Ficus bengalensi*: mechanism of action. **In Vivo**, Kapanditri, n. 5, p. 133-148, July 1991.

ALBERTI, F. G. M. M.; ZIMMET, P. Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus, provisional report of a WHO consultation. **Diabetic Medicine**, Chichester, v. 15, p. 539–553, Aug. 1998.

BALLS, M. Replacement of animal procedures: alternatives in research, education and testing. **Laboratory Animals**, London, v. 28, p. 193-211, 1994.

BLUWOL, K. et al. Avaliação de dois sensores portáteis para mensuração da glicemia em cães. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 6, p.1408-1411, set. 2007.

BRANDÃO, A. P. et al. Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 84, abr. 2005. 28 p. Suplemento.

CASTRO, H. G. et al. **Metabólitos Secundários**: contribuição ao estudo das plantas medicinais. 2. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2004. 113 p.

CLOSE, B. et al. Recommendations for euthanasia of experimental animals: part 1. **Laboratory Animals**, London, v. 30, p. 293-316, 1996.

CLOSE, B. et al. Recommendations for euthanasia of experimental animals: part 2. **Laboratory Animals**, London, v.31, p.1-32, 1997.

DAMASCENO, D. C. et al. Avaliação do efeito hipoglicemiante da sapogenina extraída de sementes de *Eugenia jambolana* Lam. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 46-54, mar. 2002.

KOZAR, J. et al. Accu-Chek Compact Plus blood glucometer evaluation. **Biochemia Medica**, Zagreb, v. 18, n. 3, p. 361-367, May 2008.

LAMOUNIER, R. **O mais recente retrato do diabetes nos Estados Unidos**. Site da Sociedade Brasileira de Diabetes. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/Colunistas/Observatorio_Cientifico/index.php?id=1639>. Acesso em: 10 jul. 2008.

MIRA, G. S.; CANDIDO, L. M. B.; YALE, J. F. Performance de glicosímetro utilizado no automonitoramento glicêmico de portadores de Diabetes Mellitus Tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 541-549, maio 2006.

OLIVEIRA, A. C. P. et al. Effect of the extracts and fractions of *Baccharis trimera* and *Syzygium cumini* on glycaemia of diabetic and non-diabetic mice. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 102, p. 465-469, Aug. 2005.

PEPATO, M. T. et al. Fruit of the jambolan tree (*Eugenia jambolana* Lam.) and experimental diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 96, p. 43-48, Oct. 2005.

PEPATO, M. T. et al. Lack of antidiabetic effect of a *Eugenia jambolana* leaf decoction on rat streptozotocin diabetes. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 34, p. 389-395, Jan. 2001.

RAVI, K.; RAJASEKARAN, S.; SUBRAMANIAN, S. Antihyperlipidemic effect of *Eugenia jambolana* seed kernel on streptozotocin-induced diabetes in rats. **Food Chemistry and Toxicology**, Andover, n. 43, p. 1433-1439, Aug. 2005.

RAVI, K.; RAMCHANDRAN, B.; SUBRAMANIAN, S. Effect of *Eugenia jambolana* seed kernel on antioxidant defense system in streptozotocin-induced diabetes in rats. **Life Sciences**, Philadelphia, n. 75, p. 2717-2731, Apr. 2004.

REED, M. J. et al. A new rat model of type 2 diabetes: the fat-fed, streptozotocin-treated rat. **Metabolism**, Boston, v. 49, n. 11, p. 1390-1394, Nov. 2000.

REEVES, P. G. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.127, p.838-841, Nov. 1997. Suplemento.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY, G. C. J. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, July 1993.

REEVES, P. G.; ROSSOW, K. L.; LINDLAUF, J. Development and testing of the AIN-93 purified diets for rodents: results on growth, kidney calcification and bone mineralization in rats and mice. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 11, p. 1923-1931, July 1993.

SHARMA, B.; BALOMAJUMDER, C.; ROY, P. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of flavonoid rich extract from *Eugenia jambolana* seeds on streptozotocin induced diabetic rats. **Food and Chemical Toxicology**, Andover, v. 46, p. 2376-2383, Mar. 2008.

SHARMA, B. et al. Effects of flavonoid-rich extract from seeds of *Eugenia jambolana* (L.) on carbohydrate and lipid metabolism in diabetic mice. **Food Chemistry**, Reading, v. 110, p. 697-705, Feb. 2008.

SHARMA, B. S. et al. Antihyperglycemic effect of the fruit-pulp of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 104, p. 367-373, Jan. 2006.

SHARMA, B. S. et al. Hypoglycaemic and hypolipidemic effect of ethanolic extract of seeds of *Eugenia jambolana* in alloxan-induced diabetic rabbits. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 85, p. 201–206, Nov. 2003.

SHINDE, J. et al. α -Glucosidase inhibitory activity of *Syzygium cumini* (Linn.) skeels seed kernel in vitro and Goto-Kakizaki (GK) rats. **Carbohydrate Research**, Knoxville, v. 343, p. 1278-1281, Mar. 2008.

SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 1102 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: Tratamento e Acompanhamento do Diabetes mellitus**. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2007. 168 p.

SRIDHAR, S. B. et al. Preclinical evaluation of the antidiabético effect of *Eugenia jambolana* seed powder in streptozotocin-diabetic rats. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, p. 463-468, Jan. 2005.

SRINIVASAN, K. et al. Combination of high-fat diet-fed and low-dose streptozotocin-treated rat: a model for type 2 diabetes and pharmacological screening. **Pharmacological Research**, Madrid, v. 52, p. 313-320, May 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT 9.2: User's Guide**. Cary, NC, 2008. 400 p.

TEIXEIRA, C. C. et al. The efficacy of folk medicines in the management of type 2 diabetes mellitus: results of a randomized controlled trial of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics**, Nottingham, v. 31, p. 1-5, July 2006.

TORQUATO, M. T. C. G. et al. Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban population aged 30-69 years in Ribeirão Preto

(São Paulo), Brazil. **Sao Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 121, n. 6, p. 224-30, June 2003.

VIEGAS, C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 326-337, jan. 2006.

VIKRANT, V. et al. Treatment with extracts of *Momordica charantia* and *Eugenia jambolana* prevents hyperglycemia and hyperinsulinemia in fructose fed rats. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 76, p. 139-143, Dec. 2001.

WILD, S. et al. Global prevalence of diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**, Washington, v. 27, n. 5, p. 1047-53, May 2004.

ANEXO A

Tabela 1A	Valores médios das Glicemias de Jejum obtidas no Experimento.....	155
Tabela 2A	Valores médios de colesterol sanguíneo total, obtidos no decorrer do experimento.....	155
Tabela 3A	Valores médios de triglicérides sanguíneos totais, obtidos no decorrer do experimento.....	156

Tabela 1A Valores médios das Glicemias de Jejum obtidas no Experimento

Glicemia (mg/dL)				
Dias de Tratamento				
	0	7	14	21
A	224,84 ± 137,11	239,76 ± 128,14	253,44 ± 171,61	355,82 ± 212,89
B	246,90 ± 126,34	188,58 ± 112,98	279,28 ± 166,66	282,38 ± 94,59
C	286,35 ± 103,55	144,40 ± 114,96*•	244,06 ± 168,35	383,33 ± 231,19•
D	258,74 ± 135,01	311,72 ± 186,70	280,18 ± 133,40	398,30 ± 163,77
E	292,98 ± 148,77	190,52 ± 124,62	252,13 ± 35,88	158,18 ± 61,81
F	403,96 ± 95,04	436,70 ± 142,03*	348,83 ± 146,05	466,35 ± 151,86
G	481,50 ± 207,85	419,55 ± 154,49*	380,65 ± 145,74	467,10 ± 132,85

* Diferiram significativamente entre si pelo Teste de Dunn ($p < 0,05$). • Diferiram para o mesmo grupo, em diferentes momentos, pelo Teste de Dunn.

Tabela 2A Valores médios de colesterol sanguíneo total, obtidos no decorrer do experimento

Colesterol Sanguíneo Total (mg/dL)				
Dias de Tratamento				
	0	7	14	21
A	182,10 ± 124,23	167,32 ± 86,08	196,54 ± 73,34	206,00 ± 84,24
B	73,67 ± 19,96**	139,25 ± 36,15	187,65 ± 39,25**	160,93 ± 45,37
C	88,43 ± 51,58	220,55 ± 167,32	248,08 ± 144,34	210,43 ± 135,59
D	187,68 ± 99,36	174,30 ± 35,49	238,66 ± 190,48	221,02 ± 158,60
E	139,75 ± 31,21*	142,40 ± 20,33	278,12 ± 51,92*•	153,78 ± 53,34•
F	158,90 ± 126,56	183,75 ± 150,31	188,55 ± 113,77	222,66 ± 131,39
G	374,28 ± 321,90	242,46 ± 136,51	244,15 ± 210,65	260,61 ± 144,76

Valores seguidos dos símbolos (* • **) diferiram significativamente entre si, pelo Teste de Dunn.

Tabela 3A Valores médios de triglicédeos sanguíneos totais, obtidos no decorrer do experimento

Grupo	Triglicédeos Sanguíneos Totais (mg/dL)			
	Dias de Tratamento			
	0	7	14	21
A	372,56 ± 97,84	122,92 ± 76,40	81,52 ± 50,43	101,12 ± 58,75
B	213,58 ± 110,05*	143,92 ± 51,86	85,03 ± 66,41	71,62 ± 21,18*
C	175,43 ± 123,15	156,98 ± 137,21	152,85 ± 46,68	101,25 ± 53,19
D	229,04 ± 35,61	215,45 ± 88,28	149,94 ± 73,27	84,16 ± 52,08
E	110,28 ± 88,49	103,02 ± 63,16	89,51 ± 44,81	95,68 ± 38,97
F	394,15 ± 84,87	352,75 ± 57,13	247,08 ± 116,86	215,04 ± 53,03
G	565,76 ± 61,22•	219,43 ± 98,94	327,35 ± 32,73	105,46 ± 54,73•

Valores seguidos dos símbolos (* •) diferiram significativamente entre si, pelo Teste de Dunn.