

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

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

DISSERTAÇÃO

**Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos
das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes
de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels).**

Ana Patrícia Correia da Silva e Sá

2008



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

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE E ASPECTOS QUÍMICOS E FÍSICOS
DAS FRAÇÕES COMESTÍVEIS (POLPA E CASCAS) E SEMENTES DE
JAMELÃO (*Syzygium cumini*, L. Skeels).**

ANA PATRÍCIA CORREIA DA SILVA E SÁ

Sob a Orientação do Professor
Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur

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

Seropédica, RJ
Março de 2008

641.344

S111p

T

Sá, Ana Patrícia Correia da Silva e, 1981-

Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels) / Ana Patrícia Correia da Silva e Sá – 2008.

72f. : il.

Orientador: Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia.

Bibliografia: f. 57-72.

1. Jmelão - Análise – Teses. 2. Antioxidante – Teses. 3. Jmelão – Semente - Análise - Teses. 4. Jmelão – Indústria – Teses. I. Srur, Armando Ubirajara Oliveira Sabaa, 1945- . II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Tecnologia. III. Título.

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

ANA PATRÍCIA CORREIA DA SILVA E SÁ

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/----/-----

Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, Dr UFRJ
(Orientador)

Miriam Ribeiro Leite Moura, Dra. FEA UNICAMP
(Membro Titular)

Maria Cristina Jesus Freitas, Dra. UFRJ
(Membro Titular)

Vera Lucia Mathias da Silva, Dra. UFRJ
(Suplente)

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista aos meus amados pais e irmão, Antonio, Gloria Regina e André Felipe, que sempre me apoiaram e incentivaram a trilhar um caminho de paz e alegria, sempre acreditando em minha capacidade e no meu sucesso. A eles sou eternamente grata por tanto amor, carinho e dedicação. São responsáveis por cada conquista em minha vida, pois estavam ao meu lado, dando-me forças nos diversos momentos difíceis sem deixar que eu desistisse de meus sonhos, por mais excêntricos que pudessem parecer.

AGRADECIMENTOS

À minha família amada, meu pai, minha mãe e meu irmão, por todo o amor, estímulo, apoio, confiança e dedicação para que eu não desanimasse e conseguisse continuar neste árduo caminho, cheio de dificuldades e realizações.

Ao meu querido namorado Marc e seus pais Bernard e Maria Helena Maréchal, que me ajudaram e muito incentivaram na reta final dessa trajetória.

Ao meu tio Antonio pela sua torcida e palavras de incentivo.

As minhas amigas Elissa, Bárbara, Patrícia, Marcela, Ellen, Renatinha que me deram muito carinho e souberam apoiar e respeitar meu trabalho, apesar de minha ausência.

Ao meu orientador Prof., Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, que soube compreender todos os momentos de tristeza e angústia que passei, por sua dedicação, apoio, incentivo, orientação e ensinamento. Por ter me ajudado a sonhar e acreditar nesses sonhos.

As amigas Telma, Luciana, Mônica, Andréia, Fabiana e Taís, que dividiram comigo todos os momentos e dificuldades para realização deste e de seus respectivos trabalhos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/UFRRJ e ao Instituto de Tecnologia/IT, pelo valioso aprendizado durante todo o curso.

Aos colegas do Curso de Mestrado, pelos momentos de estudo compartilhados em aula e em trabalhos. Em especial às amigas Renata e Carolina, pela amizade e companheirismo nos momentos extremos de felicidade e do mais angustiante desespero, durante as idas e vindas à Seropédica.

A Técnica do Laboratório do Instituto de Nutrição – UFRJ, Maria Teresa C. Simões por todo apoio e carinho durante as análises.

A PUC, nas pessoas do Dr. Norbert Mikeley, pela realização de diversas análises de suma importância para este trabalho.

A UFBA, na pessoa de Dra. Cibele, pela realização de importantes determinações.

A Professora Dra. Miriam, da Faculdade de Farmácia da UFRJ, por ceder seus equipamentos e por ter me recebido em seu laboratório.

A todos aqueles que torceram por mim e que não foram citados, perdoem-me a falha e saibam desde já, que sem o apoio de vocês não conseguiria vencer mais essa batalha. Muitíssimo Obrigada.

BIOGRAFIA

ANA PATRICIA CORREIA DA SILVA E SÁ, filha de Antonio Pinto da Silva e Sá e Glória Regina Correia da Silva e Sá, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, em 13 de dezembro de 1981.

Em 2001, ingressou no curso de Nutrição, na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Durante o curso de graduação foi bolsista de Monitoria, aluna de Iniciação Científica e realizou pesquisas sobre frutos da Amazônia, sob orientação do Prof. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, cujos resultados serviram de base para a realização do presente trabalho. Graduou-se em dezembro de 2005 pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

Em março de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, onde sob orientação do Professor Doutor Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur desenvolveu esse trabalho.

RESUMO

SILVA E SA, Ana Patrícia Correia da. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)**. 2008. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Apesar de ser utilizado por muitos indivíduos para fins terapêuticos e a literatura disponibilizar diversos resultados de pesquisas relacionados aos efeitos da utilização de casca do caule, folhas, frutos e sementes do jmelão ou jmbolão (*Syzygium cumini*, L. Skeels) na forma de extratos e/ou infusões na prevenção, tratamento e/ou cura de certas doenças crônico-degenerativas não transmissíveis como *diabetes melitus* não insulino-dependente, doenças cardiovasculares, bem como, na destruição de microorganismos e tratamento de alergias e/ou infecções, poucos trabalhos experimentais foram realizados com o objetivo de demonstrar o conteúdo orgânico e mineral dessa espécie vegetal. Devido à escassez desse tipo de informações, este fruto não é encontrado em comércios, sendo a excessiva produção desprezada nos próprios pés das arvores na época de safra. Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar os aspectos químicos e físicos da fração comestível (FC), constituída por polpa e casca e fração de sementes (FS) do jmelão, além de determinar seu potencial antioxidante e possível incorporação desse fruto na indústria alimentícia para a produção de sucos, geléias, polpas, chás e utilização na dieta do brasileiro. As determinações realizadas demonstraram uma concentração média de 84,93 % \pm 0,19 e 61,29 % \pm 0,71 de umidade, 9,97 % \pm 0,94 e 35,65 % \pm 0,89 de carboidratos totais, 1,86% \pm 0,26 e 1,99% \pm 0,13 de proteínas, para FC e FS, respectivamente. A fração lipídica correspondeu a 0,55 % \pm 0,12 (FC) e 0,21 % \pm 0,02 (FS). Além disso, foram determinados os minerais, na concentração de 0,62% (FC) e 0,86 % (FS), destacando-se a presença dos elementos Cr, I, K, Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Al, Rb, Pb e Ba. O potencial antioxidante desse fruto foi pesquisado através das análises por ORAC, TEAC, DPPH e quantificação de antocianinas e o resultado revelou médias de 68,5 mg de antocianinas/ 100 g de amostra, 262,13 μ mol. Eq Trolox / 100g de amostra no TEAC, 222,57 μ mol. Eq Trolox / 100g de amostra no DPPH e ORAC o valor de 1384,5 μ mol. Eq Trolox / 100g de amostra, inserindo o jmelão na lista de frutas já estudadas, entre as dez com maior potencial antioxidante, equiparando-se ao açaí. Nesse sentido, devem ser realizadas intervenções com objetivo de inserir este fruto no cardápio popular do brasileiro.

Palavras-chave: Jamelão, conteúdo orgânico-mineral, potencial antioxidante.

ABSTRACT

SILVA E SA, Ana Patrícia Correia da. **Antioxidant potencial and physical and chemical aspects of eatable fraction (pulp and peel) and seeds of Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels).** 2008. 86f. Dissertation (Master Science in Food Science and Tecnology). Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

In spite of being used by many individuals for therapeutic ends and the literature shows several results of researches related to the effects of use of peel of the stem, leaves, fruits and seeds of jamelão or jambolão (*Syzygium cumini*, L. Skeels) as extracts or infusions in the prevention, treatment or cure of certain chronic-degenerative diseases non transmissible as *diabetes mellitus* insulin-dependent, cardiovascular diseases, as well as in the destruction of microorganisms and treatment of allergies or infections, few experimental works were accomplished with the objective of demonstrating the organic and mineral content of that vegetable species. Due to shortage of that type of information, this fruit is not found in trades, being the excessive production despised in time of crop. This study had as objective evaluate the chemical and physical aspects of the eatable fraction (FC), constituted by pulp and peel, and fraction of seeds (FS) of the jamelão, besides determining its antioxidant potential and possible incorporation of that fruit in the nutritious industry for the production of juices, jellies, pulps, teas and use in brazilian people diet. The accomplished determinations demonstrated a medium concentration of $84,93 \% \pm 0,19$ and $61,29 \% \pm 0,71$ of humidity, $9,97 \% \pm 0,94$ and $35,65 \% \pm 0,89$ of total carboydrates, $1,86\% \pm 0,26$ and $1,99\% \pm 0,13$ of proteins, for FC and FS, respectively. The lipid fraction corresponded to $0,55 \% \pm 0,12$ (FC) e $0,21 \% \pm 0,02$ (FS). Besides, there were certain minerals, in the concentration of $0,62\%$ (FC) and $0,86\%$ (FS), standing out the presence of the elements Cr, I, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Al, Rb, Pb and Ba. The antioxidant potential of that fruit was researched through analyze for ORAC, TEAC, DPPH and antocianins quantification and the results revealed averages of $68,5$ antocianins mg / 100 g of sample, $262,13 \mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g}$ of sample in TEAC, $222,57 \mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g}$ of sample in DPPH and ORAC the value of $1384,5 \mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g}$ of sample, inserting the jamelão in the list of the most potential antioxidants fruits, being compared to the açai. In this way, interventions must be realized with the objective of inserting this fruit in the brazilian diet.

Key- Word: Jamelão, organic-mineral content, antioxidant potential.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Composição centesimal das frações comestíveis e sementes de Jamelão em termos percentuais (g/100g amostra).....	35
Tabela 02: Comparação da composição centesimal das frações comestíveis e sementes de Jamelão determinadas, encontradas na literatura e composição centesimal de Jabuticaba e Jambo.....	35
Tabela 03: Perfil de ácidos graxos das frações comestíveis e sementes de Jamelão em termos percentuais (g/100g amostra).....	38
Tabela 04: Perfil de ácidos graxos das frações comestíveis (FC) e sementes (S) de Jamelão e dos óleos mais consumidos em termos percentuais (g/100g amostra).....	39
Tabela 05: Teores de carboidratos das frações comestíveis e sementes de Jamelão em g / 100 g de amostra.....	41
Tabela 06: Valores médios de pH e acidez total para as frações comestíveis e sementes de Jamelão em 100 g de amostra.....	44
Tabela 07: Comparação do perfil de minerais das frações comestíveis e sementes de Jamelão com as recomendações nutricionais (NRC, 1989), para homens/mulheres, respectivamente, de 25-50 anos.....	46 / 47

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Árvore de Jamelão	04
Figura 02: Galhos da árvore de Jamelão	04
Figura 03: Folhas da árvore de Jamelão	05
Figura 04: Flores da árvore de Jamelão	06
Figura 05: Frutos verdes da árvore de Jamelão.....	07
Figura 06: Frutos maduros da árvore de Jamelão	07
Figura 07: Cátion flavilium.....	20
Figura 08: Transformações estruturais das antocianinas em água.....	22
Figura 09: Curva de calibração segundo metodologia TEAC.....	52

Figura 10: Curva de calibração segundo metodologia de seqüestro do radical DPPH.....53

Figura 11: Curva de calibração segundo metodologia de ORAC.....54

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Organização de substâncias bioativas em alimentos funcionais quanto à natureza química e molecular.....16

Quadro 02: Substâncias consideradas funcionais e suas funções e fontes.....16

Quadro 03: Antocianidinas naturais de maior ocorrência.....21

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

ADA	American Dietetic Association;
AG	Acido graxo;
AGE	Acido graxo essencial;
AGI	Acido graxo insaturado;
AGMI	Acido graxo monoinsaturado;
AGPI	Acido graxo poliinsaturado;
AGS	Acido graxo saturado;
AOAC	Association of Official Analitical;
ATP	Trifosfato de Adenosina;
C	Carbono;
CLAE	Cromatografia Liquida de Alta Eficiência;
CO	Acido Carbônico;
DHA	Docosahexaenoico;
Dr	Doutor;
FAT	Fibra Alimentar Total;
FC	Fator de Correção;
FDA	Food and Drug Administration;
g	Grama;
H	Hidrogênio;
HDL	Lipoproteína de Alta Intensidade;
HPLC	High Performance Liquid Chromatography;
IAL	Instituto Adolfo Lutz;
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
IDL	Lipoproteína de densidade intermediária;
IFIC	International Food information Council;
ILSI	International Life Sciences Institute of North America;
IN	Instituto de Nutrição;
Kg	Quilograma;
LDL	Lipoproteína de baixa densidade;
m	Metro;
mg	Miligrama;
mL	Mililitro;
Min.	Minimo;
Nt	Nitrogênio Total;
O	Oxigênio;
PM	Peso Molecular;
Prof	Professor;
PUC	Pontifica Universidade Católica;
RDA	Recommended Dietary Allowances;
SNC	Sistema Nervoso Central;
TACO	Tabela de Composição de Alimentos;
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro;
UI	Unidade Internacional;
VET	Valor Calórico Total;
VLDL	Lipoproteína de Muito Baixa Densidade;
WHO	World Health Organization;
µg	Micrograma;

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	02
2.1. Família Myrtaceae.....	02
2.1.1. Gênero <i>Syzygium</i>	02
2.1.1.1. A espécie <i>Syzygium cumini</i> (L) Skeels.....	03
2.2. Usos de <i>Syzygium cumini</i>	07
2.3. Caracterização química.....	15
2.4. Potencial antioxidante.....	15
2.4.1. <i>Quantificação e efeitos de antioxidantes</i>	15
2.5. Compostos Fenólicos.....	18
2.5.1. <i>Flavonóides</i>	19
2.5.1.1. <i>Antocianinas</i>	19
A. <i>Estrutura Química das Antocianinas</i>	20
B. <i>Transformações estruturais em meio aquoso</i>	21
C. <i>Estabilidade das antocianinas</i>	22
D. <i>Análise de antocianinas</i>	23
E. <i>Antocianinas em Alimentos</i>	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1. Material.....	26
3.1.1. <i>Matéria Prima</i>	26
3.1.2. <i>Equipamentos</i>	26
3.1.3. <i>Reagentes</i>	26
3.1.4. <i>Materiais de Laboratório e Embalagens</i>	27
3.2. Métodos.....	28
3.2.1. <i>Manuseio da matéria prima</i>	28
3.2.2. <i>Lavagem</i>	28
3.2.3. <i>Despolpamento</i>	28
3.2.4. <i>Acondicionamento e congelamento</i>	28
3.2.5. <i>Determinações</i>	28
I. <i>Umidade</i>	28
II. <i>Sólidos totais</i>	28
III. <i>Sólidos Solúveis Totais</i>	29
IV. <i>Sólidos Insolúveis Totais</i>	29
V. <i>pH</i>	29
VI. <i>Acidez total</i>	29
VII. <i>Frações lipídicas</i>	29
VIII. <i>Perfil de ácidos graxos</i>	30

IX. Teor de proteína total.....	30
X. Resíduos minerais fixos (cinzas).....	30
XI. Macro e microminerais.....	30
XII. Teor de açúcares totais.....	30
XIII. Amido.....	31
XIV. Fibra total – solúvel e insolúvel.....	31
XV. Antocianinas.....	31
A. Extração de antocianinas.....	31
B. Quantificação de antocianinas.....	31
XVI. Atividade Antioxidante.....	32
A. ORAC.....	32
B. DPPH.....	32
C. TEAC.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1. Composição Centesimal.....	34
I. Umidade.....	35
II. Sólidos totais, Sólidos Solúveis, Sólidos Insolúveis.....	36
III. Lipídios totais e perfil de ácidos graxos.....	37
IV. Proteínas.....	39
V. Carboidratos Totais.....	40
a) Amido.....	41
b) Fibras Alimentares.....	42
4.2. Características físicas, químicas e físico-químicas.....	44
I. pH.....	45
II. Acidez total.....	45
III. Sólidos solúveis (° Brix).....	45
IV. Minerais totais e perfil de minerais.....	46
a) Macrominerais.....	47
b) Microminerais.....	48
c) Ultra-traço.....	50
4.3. Potencial antioxidante.....	50
5. CONCLUSÕES.....	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Dados literários sobre a utilização de espécies vegetais para alimentação, prevenção e/ou cura de doenças e outros males são encontrados há mais de 50 mil anos. 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. Por outro lado, observaram que algumas espécies vegetais eram nocivas, capazes de matar e produzir alucinações.

Em seus registros e manuscritos, muitas civilizações descreveram a utilização de ervas e outros vegetais como forma de medicamento. Apesar do grande desenvolvimento da ciência, especialmente no campo da síntese orgânica e de novos processos biotecnológicos, 25% dos medicamentos prescritos nos países industrializados originários de plantas e aproximadamente 120 compostos de origem natural obtidos a partir de cerca de 90 espécies de plantas, ainda são utilizados na terapêutica moderna (HOSTETTMANN *et al.*, 2003).

A relação entre a alimentação e a incidência de certas doenças já é bastante conhecida. A alta incidência de enfermidades crônico-degenerativas como as doenças cardiovasculares, o *diabetes melitus* não insulino-dependente e diferentes tipos de câncer podem ser exemplos dessas moléstias. 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 dessas patologias.

Embora os mecanismos associados à redução da incidência dessas doenças ainda não estejam completamente esclarecidos, sabe-se que essas dietas são usualmente pobres em gorduras saturadas e ricas em fibras e diversas vitaminas e minerais, dentre esses, alguns potenciais antioxidantes. Os alimentos com essas propriedades, prevenir e/ou minimizar doenças crônico-degenerativas entre outras, receberam o nome de alimentos funcionais e os princípios ativos de substâncias bioativas.

No Brasil existem cerca de cem mil espécies vegetais, das quais duas mil têm utilidade na cura de muitas doenças e na promoção da saúde. O médico indiano Dr. Chowdhury Gullapalli, com mais de 40 anos de experiência em fitoterapia e pesquisador das plantas medicinais brasileiras há 12 anos, afirmou que 80% das plantas utilizadas no sul da Índia para fins terapêuticos existem no Brasil, merecendo destaque a espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels, uma Myrtaceae, popularmente conhecido como jambolão ou Jamelão que se propaga por todas as regiões tropicais do mundo. Nas épocas de safras, as suas árvores ficam carregadas de frutos, quando maduros, despencam e acumulam-se no chão. Nos centros urbanos, existem milhares de espécies espalhadas nas praças, ruas, quintais e nessas épocas, em função da quantidade de frutos por árvore, se tornam inconveniente devido a sujeira produzida. Apesar dessa abundância, esses frutos não são tradicionalmente consumidos, embora, sejam utilizados por alguns indivíduos para fins medicinais e a literatura disponível revele efeitos benéficos no controle do *diabetes mellitus* através de suas folhas, polpas e sementes.

Considerando a excessiva produção de frutos de jamelão, as diversas propriedades fitoterapêuticas e ausência de estudos sobre o seu conteúdo orgânico e mineral foi desenvolvida essa pesquisa para determinar os aspectos químicos e físicos das frações comestíveis e sementes desse fruto, contribuindo na ampliação dos conhecimentos sobre composição química e o valor nutricional dessa matéria-prima, visando a sua inclusão na dieta usual, com possibilidade de melhorar a qualidade e eficácia das preparações que os contenham e conseqüentemente atingir-se maior segurança em relação ao usuário.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A grande extensão territorial e as condições climáticas diversificadas fazem com que a flora brasileira tenha diversas espécies vegetais, algumas consideradas importantes matérias-primas para a fabricação de insumos e/ou produtos finais para usos mais diversos, principalmente para alimentação, outras já incorporadas no hábito alimentar e algumas pouco conhecidas e que poderiam ser incorporadas na dieta, como por exemplo, o pitangão (*Eugenia neonitida*, Sobral) (VILLAR *et al.*, 2006), bajuru (*Chrysobanalus icaco*, L.) (ARAÚJO *et al.*, 2004), buriti (*Mauritia vinifera ou flexuosa*, Mart) (LORENZI *et al.*, 2004) e o jamelão (*Syzygium cumini*, f. L. Skeels) (ALBERTON *et al.*, 2001). Essas espécies pouco exploradas ou aproveitadas de maneira racional em função da escassez ou ausência de estudos e pesquisas que revelem os seus conteúdos orgânicos e minerais e que poderão ajudar em direcionar os seus usos. Algumas dessas espécies poderiam ser excelentes fontes de minerais, vitaminas e antioxidantes, como é o caso do jamelão ou jambolão (LORENZI, 1992).

2.1 Família Myrtaceae

Myrtaceae é originária do grego “myron”, que significa perfume e justifica-se pela presença nessa família de bolsas secretoras de essências, tanto no córtice do caule como no parênquima das folhas. As flores são regulares, andróginas, pentâmeras ou tetrâmeras. Apresentam o cálice aderente ao ovário, com quatro ou cinco divisões, raras vezes mais, geralmente inteiro e persistente. O androceu compõe-se de estames em número indefinido, em dois verticilos. Em regra são simples, mas às vezes se ramificam, formando estames compostos. O pistilo é ínfero ou meio ínfero, de carpelos fechados, concrecentes em ovários multiloculares e contém cada loja, grande número de óvulos anátropos (LANDROUM & KAWASAKI, 1997).

As mirtáceas, em grande número intertropicais, compreendem mais de 4.620 espécies, agrupadas em 129 gêneros e em 5 tribos, que se dividem em duas seções: a primeira contém as Myrteas, as Lepiospermeas e as Chamelauceas, e a segunda pertence as Lecythideas e as Puniceas. As pertencentes à primeira seção possuem espécimes contendo bolsas secretoras, ao contrário das pertencentes à segunda seção (LANDROUM & KAWASAKI, 1997).

Os frutos podem ser bagas, como nos gêneros *Myrtus* e *Eugenia*; drupas como no gênero *Aulacocarpus*; pixídios no gênero *Bertholletia*; cápsulas loculicidas no gênero *Malaleuca*; ou aquênios no gênero *Chamelaucium*. Encerra a semente um embrião ora reto, ora curvo, ora espiralado (PINTO, 1956; BRIGGS & JOHNSON, 1979).

Nessas tribos há vegetais importantes sob diversos aspectos, aqueles que dão frutos comestíveis como a jaboticabeira (*Eugenia cauliflora* O. Berg), a goiabeira (*Psidium guajava* 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 aquelas 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.), entre outros (PINTO, 1956; MAEDA *et al.*, 1990).

2.1.1 Gênero *Syzygium*

Este gênero compreende cerca de 500 espécies e está proximamente relacionado com o gênero *Eugenia*, de facto, alguns botânicos incluem as suas espécies neste gênero, como

Eugenia uniflora L., *Eugenia punissifolia*, *Syzygium jambos* (L.) Alst e *Syzygium jambolanum* DC. São arbustos ou árvores de folhagem perene, sendo muitas cultivadas como ornamentais pela sua folhagem brilhante. Algumas, mas poucas, produzem frutos comestíveis, como no caso do jmelão, que podem ser consumidos frescos ou usados em compotas e geléias, entre outras funções (www.wikepedia.org, acessado em 20/02/2008)

2.1.1.1 A espécie *Syzygium cumini* (L) Skeels

Essa espécie é nativa dos trópicos, particularmente da Índia. A planta foi introduzida em muitos países tropicais pertencentes à África e à América Latina. Pode também ser encontrada em algumas regiões subtropicais como a Flórida, a Califórnia nos Estados Unidos, a Argélia e Israel. No Brasil é encontrada em diversos estados das regiões Sudeste, Nordeste e Norte (MORTON, 1987; ROSS, 1999; ALBERTON *et al.*, 2001; MAHMOUD *et al.*, 2001; GROVER *et al.*, 2001; www.vivernatural.com.br, acessado em 20/02/2008).

A espécie *Syzygium cumini* (L) Skeels também apresenta as sinónimas *Eugenia jambolana* Lam., *Syzygium jambolanum* DC., *S. caryophyllifolium* DC., *E. cortisona* Lour., *E. frondosa* Wall., *E. caryophyllifolia* Lam., *E. jambolifera* Roxb., *E. moorei* Muell., *E. obtusifolia* Roxb., *E. cumini* Druce., *Jambolifera pedunculata* Gaertn., *E. glomerata* Sieber, *Calyptrantes caryophyllifolia* Willd., *C. jambolana* Willd., *C. cumini* Pers., *Myrtus cumini* L. (MORTON, 1987; SLOWING *et al.*, 1994; ALBERTON *et al.*, 2001, MAHMOUD *et al.*, 2001; TIMBOLA *et al.*, 2002; DAMASCENO *et al.*, 2002; ZANOELLO *et al.*, 2002; SHARMA *et al.*, 2003; www.vivernatural.com.br, acessado em 20/02/2008).

Essa planta é popularmente conhecida em diversos países com denominações variadas como jmelão, jamun, jamblon, jambolan, jambolana, jambol, jamdian, jamoon, jambul, black plum, blackberry, jmelão, jalão, neredu, jam, azeitona, azeitona-roxa, murta, jambuí, oliva, alla, naeredu, oliveira, java plum, portuguese plum, malabar plum, purple plum, damson plum, jaman, jambu, jambool, jambhool, jmelong, jamblang, jiwat, salam, koriang, luk-wa, madan, malak rose-apple, naval, negresse, rotra, tete, wa, waa, ma-há, pring bai, pring das krebey, voi rung, duhat, lomboy, lunaboy, djoowet, doowet, pésjua extranjera, guayabo pésjua, koeli, jamoen, druif, jambeiro (PENNA, 1930; MORTON, 1987; ROSS, 1999; TIMBOLA, *et al.*, 2002; GROVER *et al.*, 2002; SHARMA *et al.*, 2003; GARCIA, *et al.*, 2003; www.vivernatural.com.br, acessado em 20/02/2008).

As árvores dessa espécie crescem rapidamente, mas o tamanho real é normalmente atingido em 40 anos. A altura média dessas plantas gira em torno de 10 m e 3 a 4,5 m de diâmetro de projeção da copa, com folhagem abundante, ramos de cor cinza-clara, com fissuras escuras e cicatrizes foliares bastante aparentes. O caule é aéreo, ereto, tipo tronco, lenhoso, cilíndrico, apresentando ramificação caulinar do tipo simpodial, como mostra a figura 01 (MORTON, 1987; LANDROUM & KAWASAKI, 1997).



Fonte: <http://www.wikipedia.com.br>

Figura 01: Árvore de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)

Os ramos são retorcidos com folhas dispostas em filotaxia oposta (Figura 02). As folhas são simples, pecioladas, lanceoladas, com margem ondulada, ápice cuspidado e base cuneada. A nervação é peninérvea, apresentando nervura marginal (nervuras soldadas em bordo) (Figura 03) (MORTON, 1987; LANDROUM & KAWASAKI, 1997).



Fonte: <http://www.wikipedia.com.br>

Figura 02: Galhos da árvore de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)



Fonte: <http://www.wikipedia.com.br>

Figura 03: Folhas da árvore de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)

As flores, de coloração branca a creme, estão dispostas em inflorescências axilares, racemosas, plurifloras compostas, sendo semelhantes quanto à forma às panículas mirceóides, que caracterizam outros gêneros pertencentes à família Myrtaceae (Figura 04). Tanto o pedúnculo principal quanto os pedicelos se apresentam pouco retorcidos como ocorre nos ramos (MORTON, 1987; LANDROUM & KAWASAKI, 1997).

As flores são hermafroditas, com cálice gamossépalo e corola dialipétala. Androceu dialistêmone e polistêmone apresenta anteras globosas que, por sua vez, estão inseridas no filete dorsiventralmente e apresentam deiscência longitudinal. O gineceu apresenta ovários íferos, gamocarpelares, bicarpelares, biloculares com placentação axial (MORTON, 1987; ROSS, 1999; OLIVEIRA & AKISUE, 2000; ALBERTON *et al.* 2001).



Fonte: <http://www.wikipedia.com.br>

Figura 04: Flores da árvore de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)

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 (Figura 05 e Figura 06). O mesocarpo é carnosos e sucoso com sabor agridoce, oferecendo forte sensação de adstringência (MORTON, 1987; ROSS, 1999; OLIVEIRA & AKISUE, 2000; ALBERTON *et al.*, 2001).

No Brasil floresce nos meses de setembro a novembro e os frutos são encontrados abundantemente nos meses de dezembro a fevereiro, principalmente na região do sudeste (DANADIO *et al.*, 1998; ROSS, 1999; OLIVEIRA & AKISUE, 2000; ALBERTON *et al.*, 2001; www.vivernatural.com.br, acessado em 20/02/2008).



Fonte: <http://www.wikipedia.com.br>

Figura 05: Frutos verdes da árvore de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)



Fonte: <http://www.wikipedia.com.br>

Figura 06: Frutos maduros da árvore de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)

2.2 Usos de *Syzygium cumini*

Além do consumo dos frutos *in natura* do jamelão por alguns indivíduos, principalmente crianças, que os catam nos pés ou embaixo das copas nos períodos de safra sendo o restante desprezado no solo, outras partes também são utilizadas por muitas pessoas com fins terapêuticos como hipoglicemiante, antimicrobiana, hipotensiva, diurética,

cardiotônica, adstringente, antiinflamatória, antiemética, estimulante do sistema nervoso central, antipirética, anticonvulsivante, anti-hemorrágica, carminativa e antiescorbútica. Seu emprego tem sido popularizado no tratamento de constipação, leucorréia, úlcera venérea, purificação de sangue, interrupção de hemorragia nas fezes, desintéria, dispepsia, asma, bronquite, gengivite, estomatite, queimaduras, retenção urinária e descamações do couro cabeludo (BHATIA & BAJAJ, 1975; MORTON, 1987; SCHAPOVAL *et al.*, 1988; SANTOS *et al.*, 1995; ROSS, 1999; MOHMOUD *et al.*, 2001; ALBERTON *et al.*, 2001; PEPATO *et al.*, 2001; ZANOELLO *et al.*, 2002; DAMASCENO *et al.*, 2002; TIMBOLA *et al.*, 2002; SHARMA *et al.*, 2003; www.vivernatural.com.br, acessado em 20/02/2008).

Em função do uso popular das sementes, cascas, folhas, frutos e flores do jambolão na forma de chás, infusões, xaropes, extratos e outros, essas frações têm sido referenciadas por diversos autores que pesquisaram os efeitos benéficos propagados pelos usuários na prevenção e tratamento de diversas doenças (BHATIA & BAJAJ, 1975; SCHAPOVAL *et al.*, 1988; LIU, 1995; ROSS, 1999; NASCIMENTO *et al.*, 2000; AHMAD & BEG, 2001; ALBERTON *et al.*, 2001; MAHMOUD *et al.*, 2001; DAMASCENO *et al.*, 2002; TIMBOLA *et al.*, 2002; ZANOELLO *et al.*, 2002; SHARMA *et al.*, 2003).

Grover *et al* (2002) pesquisaram trabalhos sobre diversas plantas medicinais com efeito hipoglicêmico utilizadas na Índia para o tratamento do *diabetes mellitus*, entre elas o *Syzygium cumini*, cujas partes mais comumente utilizadas são as folhas, sementes e polpa na forma de extratos aquoso ou alcoólico e infusões. Segundo esta pesquisa, a administração oral do extrato da polpa do fruto de jambolão em ratos mostrou efeito hipoglicêmico em 30 minutos, possivelmente mediado pela secreção de insulina.

Pepato *et al* (2001) avaliaram infusão de folhas de *Eugenia jambolana* contendo 15% de água que foram oferecidas *ad libitum* em substituição a água à ratos Wistar que tiveram *diabetes mellitus* induzido com Estreptozotocina (STZ) dissolvida em solução tampão de citrato 0,01M e que foi administrada em cada animal, 40mg/kg de peso corpóreo. A cada 5 dias foram avaliados até o final do período do tratamento, peso corporal, quantidade de alimentos e infusão consumida, volume urinário, glicemia, glicose urinária e uréia. No final do experimento que durou 17 dias, os animais foram sacrificados e amostras sanguíneas coletadas para a determinação de glicemia, colesterol plasmático, HDL-colesterol, triglicerídeos e enzima conversora de angiotensina. Além disso, o peso e percentual de gordura corporal e massa magra também foram determinados. Os resultados mostraram que nenhum dos parâmetros metabólicos examinados teve diferença significativa entre os animais tratados do grupo experimental que receberam a infusão e os do grupo controle que não receberam.

Já Schossler *et al*^a (2004) pesquisaram o efeito do extrato da casca do caule de *Syzygium cumini* que foi administrado através de sonda oroesofágica, durante 30 dias, na dose de 1g kg⁻¹ de peso corpóreo para ratas Wistar com *diabetes mellitus* induzido por Aloxano, em dose única de 150 mg/kg de peso vivo, via intraperitoneal. No término do experimento foi avaliado o efeito do extrato dessa casca sobre o pâncreas de ratas normais e diabéticas. Após análise histológica e imunohistoquímica no pâncreas dos animais, foi observada diminuição (P<0,001) no número e tamanho das ilhotas pancreáticas, alteração na sua citoarquitetura e diminuição (P<0,0001) do número de células com marcação positiva para insulina nos animais diabéticos em relação aos não diabéticos. Entretanto, não foi observada diferença entre os animais dos grupos diabéticos controle (DC) que não receberam o extrato da casca do caule e os diabéticos tratados (DT) que receberam o extrato. Entre os animais dos grupos controle (C) e o dos controles tratados (CT) também foram observados resultados semelhantes, indicando que o extrato da casca do caule de *Syzygium cumini* não afetou o número, o tamanho e a citoarquitetura das ilhotas pancreáticas e não promoveu aumento no número de células β em animais tratados com essa parte da planta.

Em outro estudo, os mesmos pesquisadores (Schossler *et al*^b, 2004) verificaram o efeito do extrato da casca da árvore de *Syzygium cumini* na regeneração das células produtoras de insulina da parede dos ductos pancreáticos em ratas Wistar normais e com *diabetes mellitus* induzido através da administração de aloxano em dose única de 150mg/kg de peso corporal, via intraperitoneal. Os animais também foram divididos em grupos controle (C), controle tratado (CT), diabéticos controle (DC) e diabéticos tratados (DT) e receberam extrato aquoso da casca do caule de *Syzygium cumini* por gavagem em doses diárias de 1g/kg de peso vivo, nos grupos tratados durante trinta dias. Após este período, os animais foram sacrificados e foi realizada análise imunohistoquímica do pâncreas, que mostrou a presença de células produtoras de insulina apenas nos animais tratados, diabéticos e controle. Este achado confirma a hipótese de que o extrato de *Syzygium cumini* pode estimular a regeneração das células β através da proliferação de seus precursores no ducto pancreático, uma vez que praticamente todas as células produtoras de insulina haviam sido destruídas pela administração do aloxano.

Sridhar *et al* (2005) avaliaram o efeito da farinha de semente de *E. jambolana* durante 15 dias em ratas Wistar, diabéticas, pesando 150-200 g (N = 6), cuja alimentação consistia de 250, 500 ou 1000 mg/kg dessa farinha. Após o período experimental os animais diabéticos alimentados com 500 e 1000 mg/kg tiveram aumento do peso corporal no dia 20 em relação ao dia 5 (6 ± 4.7 , 9 ± 7.8 vs *diabéticos controle* 16 ± 7.1 g, $P < 0.001$), diminuição da glicose plasmática (75 ± 11.9 , 123 ± 14.4 vs *diabéticos controle* 34 ± 12.1 mg/dl, $P < 0.001$) e diferença na quantidade de glicogênio hepático (50 ± 6.8 , 52 ± 7.5 vs normal controle 90 ± 6.6 μ g/g de tecido hepático, $P < 0.001$). Os melhores resultados foram obtidos com as doses de 500 mg/kg, demonstrando ação terapêutica, sem efeitos nocivos, podendo ser utilizada como terapia complementar ao tratamento de diabetes tipo 1 e tipo 2.

Zanoello (2001) investigou os efeitos antidiabéticos e terapêuticos do *Syzygium cumini* (*L.*) *skeels* sobre os níveis de glicose sanguínea em ratos. *Syzygium cumini* foi oferecido na forma de chá, preparado a partir das folhas, na concentração de 20g/L, como substituto de água, antes e durante os dias da administração do aloxano, para um grupo de 15 ratas adultas. Paralelamente, outro grupo, numericamente igual de ratas recebeu água como única fonte hídrica. Nos dias 17, 18 e 19 do experimento foi realizada a indução do *diabetes mellitus*, através da administração diária de 60 mg de aloxano/Kg, em todos os animais. A ingestão *ad libitum* da planta demonstrou, ao final de 16 dias de tratamento, ter um efeito hiperglicemiante. No quarto dia após a última dose de aloxano, os níveis glicêmicos dos animais pré-tratados com *Syzygium cumini* sofreram uma elevação de 49,86% em relação ao período anterior à indução, enquanto que esta taxa atingiu um índice de 177,96 % no grupo controle, tratado somente com aloxano. Além disso, o tratamento prévio com a planta evitou a perda de peso corporal, apresentada pelo grupo controle, indicando o efeito protetor do *Syzygium cumini* contra *diabetes mellitus* induzido por aloxano em ratos. Em um segundo experimento, foi avaliado o efeito anti-hiperglicemiante do chá de *Syzygium cumini* em um modelo experimental de diabetes. O chá foi preparado a partir das folhas de *Syzygium cumini*, na concentração de 200 g/L e administrado, na dose única de 25 ml /kg de peso corporal, para ratos com *diabetes mellitus* induzido por aloxano. Uma hora após terem ingerido a planta, os animais foram submetidos a um teste de tolerância oral à glicose. A ingestão da planta minimizou a flutuação na glicemia decorrente da carga de glicose, diminuindo a hiperglicemia aguda a partir dos 60 minutos após o desafio e favorecendo o seu retorno para níveis próximos aos de jejum, após ter decorrido 120 minutos do desafio, demonstrando o efeito hipoglicemiante do *Syzygium cumini* em ratos diabéticos, sugerindo sua potencialidade no controle da hiperglicemia pós-prandial em pacientes com *diabetes mellitus* tipo 1.

Sharma *et al* (2003) investigaram os efeitos hipoglicêmico e hipolipidêmico do extrato alcoólico das sementes de *Eugenia Jambolana* em coelhos machos albinos pesando entre 1,0

e 1,5 kg diabéticos induzidos através de injeção intravenosa na orelha de aloxano monohidratado na dose de 80 mg/kg de peso corporal. Após um mês, os animais com glicose sanguínea com valores iguais ou superiores a 250 mg/dL foram considerados diabéticos severos (SD), Tipo 1, nos quais o estado do pâncreas está parcialmente destruído ou com pouquíssimas células. Aqueles cujos valores de glicose sanguínea estavam entre 120 e 250 mg/dL foram considerados diabéticos medianos (MD) Tipo 2, possuindo células ativas e, aqueles com valores inferiores a 120 mg/dl foram considerados sub-diabéticos (AR). O extrato alcoólico na dose de 100 mg/kg de peso corporal, oferecido oralmente para animais sub-diabéticos (AR) por 1 dia, MD por 7 dias e SD por 15 dias gerou queda significativa nos níveis de glicose sanguínea após 90 minutos (12% em AR, 18,9% em MD e 29% em SD), além de produzir 16,9% de queda no pico de glicose sanguínea em AR e 21% em MD. Quando administrado diariamente, durante 15 dias a coelhos diabéticos medianos e diabéticos severos, gerou diminuição significativa nos níveis de glicose sanguínea (41,3% MD, 31,6% SD) e nos níveis de hemoglobina glicosilada (GHb) (23,3% MD e 26,6% SD), enquanto os níveis de insulina sérica aumentaram significativamente (32,8% MD e 26,9% SD), assim como de glicogênio muscular e hepático. O extrato alcoólico das sementes do jamelão também tiveram efeito hipolipidêmico, demonstrado na diminuição da relação colesterol total plasmático / HDL- colesterol, nos níveis plasmáticos de LDL-colesterol e diminuição da atividade de HMG-CoA redutase. Estudo histopatológico do fígado, pâncreas e aorta nos grupos de animais diabéticos tratados com extrato alcoólico do jamelão mostraram aparência normal.

Mazzanti *et al* (2004) verificaram a eficiência do extrato etanólico da casca de caule de *Syzygium cumini* sobre o sistema colinérgico de ratos Wistar, fêmeas, pesando entre 220 e 300g, normais e diabéticos induzidos com aloxano diluído em solução de citrato de sódio 0,05M, pH 4,5, em dose única de 150 mg/kg via intraperitoneal, após jejum de 24 horas. Após seis horas de indução foi oferecida glicose 5% como fonte hídrica única durante 24 horas. Os animais com glicose sanguínea superior a 180 mg/dl foram considerados diabéticos e utilizados no experimento. Os animais foram divididos em grupo controle (C), tratado com *Syzygium cumini* (TS), diabético (D) e diabético tratado com *Syzygium cumini* (DS) e receberam extrato etanólico da casca de *Syzygium cumini* na dose de 1g.kg-1 através de sonda oro-esofágica diariamente por um período de trinta dias. A atividade da acetilcolinesterase (AChE) foi analisada nas seguintes estruturas cerebrais: cerebelo, córtex, estriado e hipocampo e foi constatado que o extrato inibiu a atividade da AChE no cerebelo e córtex cerebral dos animais do grupo DS ($P < 0,05$), comparado com o TS. No estriado houve um aumento significativo na atividade da AChE nas ratas do grupo TS ($P < 0,01$) comparado com os do grupo C. No hipocampo não foi encontrada nenhuma variação significativa, indicando uma possível alteração na funcionalidade do sistema colinérgico nessas estruturas cerebrais.

Ravi *et al* (2004) investigaram o efeito do extrato etanólico produzido a partir do miolo das sementes de *Eugenia jambolana* no sistema de defesa antioxidante no plasma e pâncreas de ratos albinos Wistar, machos, pesando entre 150 e 180g com *diabetes mellitus* induzida por estreptozotocina (STZ) em solução de citrato 0,1M através de injeção intraperitoneal, dose única de 55mg/kg de peso corporal. Os animais receberam glicose 5% *ad libitum* durante a noite para evitar a hipoglicemia causada pela droga e os animais do grupo controle receberam injeção apenas com solução de citrato 0,1M. Foram considerados diabéticos os animais com valores de glicose sanguínea superiores a 250 mg/dl no terceiro dia após a injeção de STZ. O tratamento foi iniciado a partir do quarto dia após a injeção, considerando este o primeiro dia de tratamento, que durou 30 dias. Os animais foram divididos em quatro grupos, contendo seis animais em cada um, de forma que o grupo I correspondesse ao controle, que recebeu solução de citrato 0,1M (pH 4,5), grupo II, diabéticos controle, grupo III, diabéticos tratados com extrato de jamelão (100 mg/kg de peso corporal

por dia, durante 30 dias) e grupo IV, diabéticos tratados com glibenclamida (600 µg/kg de peso corporal por dia, durante 30 dias). Os níveis de glicose, vitamina C, vitamina E, ceruloplasmina, glutatona e peróxidos de lipídio foram determinados no plasma de todos os grupos. Os níveis de peróxidos de lipídio, glutatona e atividade de superóxido desmutase, catalase e glutatona peroxidase também foram analisados no tecido pancreático de todos os grupos. Um aumento significativo nos níveis plasmáticos de glicose, vitamina E, ceruloplasmina, peróxidos de lipídio e uma concomitante diminuição nos níveis de vitamina C e glutatona foram observados nos ratos diabéticos, assim como alteração da atividade antioxidante das enzimas pancreáticas. Essas mudanças foram revertidas até próximo dos valores normais após tratamento com o extrato alcoólico do miolo das sementes de *Eugenia jambolana* e glibenclamida. Estudos histopatológicos revelaram efeito protetor do extrato nas células pancreáticas, mostrando que reduziu o estresse oxidativo nos ratos diabéticos.

Anormalidades no perfil de lipídios são comuns em portadores de *diabetes mellitus*, atingindo cerca de 40% dos diabéticos. Ravi *et al* (2005) estudaram o efeito antihiperlipidêmico do extrato alcoólico produzido a partir do miolo das sementes de *Eugenia jambolana* em ratos Wistar machos, pesando entre 150 e 180g, com *diabetes mellitus* induzida por estreptozotocina (STZ) em dose única de 55mg/kg de peso corporal em solução de citrato 0,1M através de injeção intraperitoneal. Os animais receberam glicose 5% *ad libitum* durante a noite para evitar a hipoglicemia causada pela droga e os animais do grupo controle receberam injeção apenas com solução de citrato 0,1M. Foram considerados diabéticos os animais com valores de glicose sanguínea superiores a 250 mg/dl no terceiro dia após a injeção de STZ. O tratamento foi iniciado a partir do quarto dia após a injeção, considerando este o primeiro dia de tratamento, que durou 30 dias. Os animais foram divididos em cinco grupos: controle (I); controle diabético (II); diabético tratado com extrato alcoólico das sementes de jamelão (100 mg/kg de peso corporal por dia) (III); diabético tratado com solução aquosa de glibenclamida (600 mg/kg de peso corporal por dia). Foram avaliados colesterol, fosfolipídios, triglicérides e ácidos graxos livres no plasma e tecidos renais e hepáticos. Os ratos com diabetes induzida por STZ tiveram aumento nos níveis de colesterol, fosfolipídios, triglicérides, ácidos graxos livres, lipoproteínas plasmáticas (HDL, LDL, VLDL-colesterol) e composição de ácidos graxos, que voltaram aos níveis normais com administração de extrato de jamelão ou glibenclamida. O efeito hipoglicêmico do extrato alcoólico do jamelão pode ser devido a presença de flavonóides, saponinas, glicosídeos e triterpenóides.

Prince *et al* (2003) constataram que a administração oral do extrato aquoso das sementes de jamelão por seis semanas causou a diminuição significativa dos lipídios, substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico (TBARS) e um aumento na catalase e superóxido desmutase no cérebro de ratos Wistar machos albinos, pesando entre 130 e 160 g, com diabetes induzida por aloxano monohidratado (150 mg/kg de peso corporal) dissolvido em solução salina estéril através de injeção intraperitoneal. Foram oferecidos *ad libitum* água e ração, contendo 21% de proteína, 5% de lipídios, 4% de fibras, 8% de minerais totais, sendo 1% de cálcio e 0,6% de fósforo, além de 55% de carboidratos e mais 3,4% de glicose, traços de vitaminas, totalizando 3000 Kcal. Depois de duas semanas, foram considerados diabéticos e usados no experimento os animais com glicose plasmática de 200 a 270 mg/dL. A administração oral de extrato alcoólico de sementes de jamelão durante seis semanas retornou os valores de colesterol, ácidos graxos livres, fosfolipídios, glicose, atividade da catalase e superóxido desmutase aos parâmetros normais. O efeito do extrato alcoólico na dose de 100 mg/kg de peso corporal foi melhor que do extrato aquoso na dose de 5g/kg de peso corporal, tendo ambos obtidos melhores resultados que a administração de glibenclamida na dose de 600 mg/kg de peso corporal. Este estudo demonstrou que os extratos das sementes de jamelão reduziram significativamente os danos teciduais no cérebro de ratos diabéticos através da

diminuição de lipídios e TBARS e do aumento da atividade de superóxido desmutase e catalase no cérebro de diabéticos. Os baixos níveis de danos depois do tratamento com extrato de jamelão pode ser o efeito indireto da melhora do controle glicêmico.

Brito *et al* (2007) baseados nos relatos de que essa planta é usada para o tratamento de diarreia, dor, processos inflamatórios, doenças respiratórias, alergia, entre outros, estudaram as propriedades antialérgicas do extrato aquoso das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (SC) através de ingestão oral na dose de 25 a 100 mg/kg de peso corporal em camundongos suíços, pesando entre 20 a 25 g e ratos Wistar pesando entre 180 e 200 g. A administração oral do extrato inibiu em 50% o edema nas patas induzido por uma mistura 48/80 (50% inibição) e por histamina (58% de inibição) e em extensão menor, o edema alérgico (23% de inibição). Esses achados corroboram com o efeito antialérgico do extrato de jamelão e indica que sua ação anti-edema se deve a inibição da granulação das células e aos efeitos da histamina e serotonina.

A atividade antioxidante da casca do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae) foi estudada por Banerjee *et al* (2005) que utilizaram diferentes ensaios, como pesquisa de radicais hidroxila baseados no método de hidroxilação do ácido benzóico, pesquisa de radicais superóxidos baseados na redução fotoquímica de nitroblue tetrazolium (NBT) na presença de um sistema de luz NBT-riboflavina, pesquisa de radicais DPPH e peroxidação lipídica. A capacidade antioxidante total foi determinada na pesquisa baseada na redução de Mo(VI)–Mo(V) pelo extrato e subsequente formação de um complexo verde-fosfato/Mo(V). Em todos os sistemas existiu uma correlação significativa entre a concentração do extrato da casca do fruto de jamelão e o percentual de inibição de radicais livres e peroxidação lipídica atribuídas a presença de vitaminas antioxidantes, fenólicos ou taninos e antocianinas na fruta.

Nascimento *et al* (2000) avaliaram a atividade antimicrobiana de extratos vegetais alcoólicos e fitofármacos frente a microrganismos sensíveis e resistentes a antibióticos, além de observarem o possível efeito sinérgico da associação entre antibióticos e esses extratos. Dentre as plantas utilizadas, sete possuíam seus óleos essenciais como principal componente ativo, sendo elas *Thymus vulgaris* L., Lamiaceae (Tomilho), *Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae (Alecrim), *Melissa officinalis* L., Lamiaceae (Erva-cidreira), *Salvia officinalis* L., Lamiaceae (Sálvia), *Ocimum basilicum* L., Lamiaceae (Manjeriço), *Achillea millefolium* L., Asteraceae (Mil - folhas), *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry = *Caryophyllus aromaticus* L (Cravo-da-Índia) e as outras três possuíam alta concentração de taninos, sendo elas *Punica granatum* L., Punicaceae (Romã), *Psidium guajava* L., Myrtaceae (Goiaba) e o *Syzygium cumini*, Skeels, Myrtaceae, popularmente conhecido como Jamelão, que possuía flavonóides e taninos entre os seus constituintes químicos. Os fitofármacos pesquisados foram ácido benzóico, ácido cinâmico, eugenol e farnesol. Na avaliação da atividade antimicrobiana através do método de difusão em agar, foram utilizadas 14 amostras de microrganismos: 1 levedura (*Candida albicans*), 5 bactérias sensíveis (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Proteus* spp) e 8 bactérias resistentes a antibióticos isoladas de ambiente hospitalar (2 amostras diferentes de *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella* spp, *Proteus* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*). A determinação da concentração mínima do extrato para efetiva inibição e sinergismo foi realizada pela incorporação dos extratos e antibióticos aos meios de cultura líquidos. O maior potencial antimicrobiano foi verificado para os extratos de cravo e jambolão que inibiram, respectivamente, 64,2 e 57,1% dos microrganismos, inclusive com maior atividade sobre os microrganismos resistentes a antibióticos (83,3%). Em resposta a estes resultados, a associação de antibióticos e extratos vegetais ou fitofármacos, sobre bactérias resistentes a antibióticos, mostrou que em alguns casos ocorreu sinergismo, possibilitando que antibióticos já ineficazes apresentassem ação sobre estas bactérias.

Semelhante pesquisa foi desenvolvida por Shafi *et al* (2002) na qual testaram as propriedades bactericidas dos óleos essenciais de folhas de *Syzygium cumini* e *S. travancoricum* pelo método de difusão em disco, baseados na hipótese de que o óleo do primeiro pode ser utilizado no tratamento de desintéria, inflamação e *diabetes mellitus*. Já para *S. travancoricum* não existem referências na literatura quanto ao seu uso terapêutico. Os constituintes previamente isolados foram alcanos, ácidos orgânicos e óleos essenciais, cujos rendimentos foram de 0,04% para o jamelão, contendo pinocarveol, α -terpeneol, mirtenol, eucarvone, muurolol, mirtenal, geranilacetona, α -cadinol e pinocarvone e 0,1% para *S. travancoricum*, contendo trans- β -ocemene, trans- β -cariofilene, α -humulene e α -farnesene. Os microorganismos utilizados neste estudo foram *Basillus sphaericus*, *Basillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella typhimurium*. Os óleos essenciais de plantas da família Myrtaceae são conhecidos por sua atividade biológica, que tem como justificativa a presença de 1,8-cineole. Os óleos das plantas utilizadas neste estudo mostraram considerável atividade antimicrobiana, principalmente contra *Salmonella typhimurium*.

Também Chandrasekaran & Venkatesalu (2004) desenvolveram pesquisa *in vitro* para avaliar os efeitos bactericidas e fungicidas dos extratos aquoso e metanólico das sementes de *Syzygium jambolanum* lavadas em água corrente, higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 10%, secas a temperatura ambiente e transformadas em pó fino. Posteriormente, o extrato aquoso foi preparado com água destilada estéril e o metanólico com álcool metanol a 80%. Nos extratos foram utilizados cerca de 50 g dessa farinha, que depois de homogeneizada e filtrada foi utilizada no método de difusão em disco, sendo considerado a concentração mínima de inibição e mínima para ação bactericida e fungicida. As seis sepas de bactérias utilizadas foram *Bacillus subtilis* (MTCC 736), *Staphylococcus aureus* (MTCC 740), *Salmonella typhimurium* (MTCC 98), *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* (MTCC 109) and *Escherichia coli* (MTCC 443), enquanto os nove fungos patógenos utilizados foram *Cândida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton rubrum* and *Microsporum gypseum*. Quando os extratos foram testados contra os microorganismos citados através de difusão em meio ágar, a média de zonas de inibição obtidas foi entre 2 e 20 mm, enquanto no controle cego não houve inibição do crescimento de nenhum microorganismo testado. Estes resultados confirmaram a ação bactericida e fungicida dos extratos aquoso e alcoólico das sementes de jamelão contra os microorganismos testados, sendo a concentração mínima de inibição entre 31,25 e 500 μ g/ml.

Djipa *et al* (2000) estudaram as atividades antimicrobianas do extrato aquoso e extrato cetônico de cascas da árvore de *Syzygium cumini* *in vitro* diluído em meio ágar em placas de Petri e compararam com os extratos de folhas de *Hamamelis Virginiana*, *Rubus fruticosus* e *Alchemilla Vulgaris* e da casca da árvore de *Krameria triandra*. Os extratos de *Syzygium cumini* reduziram e, em alguns casos, eliminaram o crescimento de todos os microorganismos testados, particularmente *Staphylococcus aureus*, *S. hominis*, *S. cohnii* e *S. warneri* e *Yersinia enterocolitica*. Essas propriedades parecem estar relacionadas à alta concentração de taninos presente no extrato do jamelão (77 e 83% para o extrato aquoso e extrato cetônico, respectivamente), que foram mais ativas que os extratos de *Hamamelis Virginiana*, *Krameria triandra*, *Alchemilla Vulgaris* and *Rubus fruticosus*, contendo 48, 44, 46 e 28% de taninos respectivamente, pois a atividade antimicrobiana foi negativa quando da eliminação total dos taninos presentes nos extratos.

A atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico das folhas de *Syzygium cumini* foi avaliada por Oliveira *et al* (2007) através do método de difusão em placas de Petri, utilizando dois fungos, *Candida albicans* ATCC 10231 e *C. (krusei)* ATCC 6258), sete bactérias (*Enterococcus faecalis* ATCC 19433, *Escherichia coli* ATCC 14948, *Kocuria*

rhizophila ATCC 9341, *Neisseria gonorrhoeae* ATCC 49226, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Shigella flexneri* ATCC 12022 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) e três linhagens de bactérias multi-resistentes (*Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa* isoladas de amostras de urina e *Staphylococcus aureus* isolado de hemocultura, resistentes a antimicrobicidas comuns, assim como aztreonam, polimixina B e vancomicina respectivamente). O método de difusão em placas foi utilizado para avaliar a atividade antimicrobiana através da mensuração das zonas de inibição contra os microorganismos estudados. O extrato hidroalcoólico (100 mg/ ml) mostrou atividade contra *Cândida krusei* (halo de inibição de 14.7 ± 0.3 mm e CIM = 70 $\mu\text{g/mL}$) e cepas multiresistentes de *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*.

Loguercio *et al* (2005) estudaram a existência de efeito antibacteriano de extrato hidro-alcoólico a 10% (m/v) de folhas de *Syzygium cumini*. Foram utilizados 17 isolados bacterianos Gram positivos e Gram negativos de importância patogênica para animais e humanos. A ação antibacteriana foi avaliada através da inoculação de placas de ágar Mueller Hinton, com um inóculo bacteriano de 1×10^6 ufc mL^{-1} , onde se colocaram quatro discos de papel. O primeiro de antimicrobiano comercial e os demais embebidos em 25 μL do extrato de jamelão, de solução salina ou de etanol. As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas, sendo posteriormente realizada a leitura do diâmetro dos halos de inibição. Os antimicrobianos testados foram classificados em dois grupos principais, um para as bactérias Gram positivas (Grupo 1) e outro para as Gram negativas (Grupo 2). O grupo 1 consistiu dos antimicrobianos rifampicina (RIF - 5 μg), eritromicina (ERI - 15 μg), cefoperazona (CPZ - 75 μg), amicacina (AMI - 30 μg), gentamicina (GEN - 10 μg), sulfazotrim (SUT - 25 μg), neomicina (NEO - 30 μg), estreptomicina (EST - 10 μg), cefalotina (CFL - 30 μg), cefuroxima (CRX - 30 μg), lincomicina (LIN - 30 μg), oxacilina (OXA - 1 μg). No grupo 2 foram utilizados os antimicrobianos florfenicol (FLF - 30 μg), enrofloxacin (ENO - 10 μg), norfloxacin (NOR - 10 μg), gentamicina (GEN - 10 μg), neomicina (NEO - 30 μg), tetraciclina (TET - 30 μg), ampicilina (AMP - 10 μg), estreptomicina (EST - 10 μg) e sulfazotrim (SUT - 25 μg). O extrato inibiu o crescimento de 100% das bactérias testadas e os isolados Gram positivos apresentaram um halo médio de 19,5mm, enquanto o dos Gram negativos foi de 18,8mm. Não houve inibição significativa de crescimento nos tratamentos com solução salina e etanol. Conforme os resultados deste estudo, o extrato testado apresentou atividade antibacteriana sem diferença de sensibilidade entre microrganismos Gram positivos e Gram negativos.

Muruganandan *et al* (2001) estudaram o efeito antiinflamatório do extrato hidro-alcoólico (30:70 v/v) da casca da árvore de *Syzygium cumini* em ratos Wistar pesando 150 a 200 g e camundongos suíços com 20 a 25 g, de ambos os sexos, que foram divididos em grupos de seis animais, sendo que cada um era formado por 3 fêmeas e 3 machos. Foram oferecidas ração balanceada e água *ad libitum*. A mistura etanólica depois de concentrada foi administrada por gavagem em doses de 3; 4,5; 6,75 e 10,125 g/kg de peso corporal e os animais foram observados quanto a efeitos adversos e mortalidade por um período de 24 hs e, para o grupo controle foi oferecida solução salina. Após os resultados foi decidido que as doses do estudo seriam de 100, 300 e 1000 mg de extrato/ kg de peso corporal. Para a indução de edemas foram utilizados carragenina, kaolina-carragenina, formaldeído e bolinhas de algodão autoclavados. O extrato mostrou efeito antiinflamatório significativo em todos os grupos estudados e em todas as doses oferecidas sem, no entanto produzir toxicidade, lesões gástricas ou úlceras crônicas.

Já Liu (1995) na revisão sobre a ação farmacológica dos ácidos oleanólicos (ácido 3 β -hidroxi-olea-12-en-28-oico) e seu isômero ácido ursólico (ácido 3 β -hidroxi-urs-12-en-28-oico) que existem em alguns alimentos, ervas medicinais e outras plantas, pesquisou os efeitos antiinflamatório e antihiperlipidêmico em cobaias, bem como ação protetora do fígado através da inibição do mecanismo de ativação da toxina e melhora do sistema imunológico em

humanos. Além disso, esses compostos foram reconhecidos como protetores antitumorais. Não são tóxicos e vêm sendo utilizados em cosméticos e produtos para saúde. Na *E. jambolana* Lam esses ácidos tem ação inibidora da peroxidação lipídica e proteção contra toxinas, mostrando função antioxidante.

2.3 Caracterização química

Apesar de a literatura consultada disponibilizar poucos trabalhos sobre a caracterização física, química e físico-química das diversas partes do jamelão, alguns autores pesquisaram a presença de várias substâncias, como o desenvolvido por Mahmoud *et al* (2001) no qual isolaram e identificaram através de análises cromatográficas e espectroscopia dois flavonóides e 15 polifenóis do extrato das folhas de *Eugenia Jambolana*. As estruturas desses novos componentes foram identificados como o 3-o-(4''acetil)- α -L-ramnopiranosida de mearnsetina (miricetina 4'-metil éter) e o miricetina 3-o-(4''-o-acetyl-2''-o-galloil)- α -L-rhamnopyranosida. Também relataram a presença de estruturas já conhecidas como o ácido gálico, metilgalato, kaempferol, miricetina, ácido elágico, ácido 3-0-metilelagico, miricetrina, ácido clorogênico, quercetina 4''-o-acetato, quercetina 3-0- β -D-glucuronopiranosida, miricetina 3-0- β -D-glucuronopiranosida e elagitanina nilocitina.

Em semelhante trabalho, Timbola *et al* (2002) relataram como constituintes previamente isolados do *Syzygium cumini*, triterpenóides, ácido gálico, metilgalato, canferol, ácido elágico, ácido clorogênico, nilocitina e óleos essenciais nas folhas. Nos frutos, os pesquisadores encontraram antocianinas, ácido oleanólico nas flores e taninos hidrolisáveis nas sementes e, como constituintes novos isolados das folhas, quercetina (0,0085%), miricetina (0,023%), miricitrina (0,009) e miricetina 3-o-(4''acetil)- α -L-ramnopiranosida (0,059%).

A presença de taninos e flavonóides foi detectada por Brito *et al* (2007) em extrato aquoso das folhas de jamelão que foi analisado por HPLC. Sridhar *et al* (2005) encontraram tri-terpenóides, taninos, ácido gálico e ácido oxálico nas sementes desse fruto.

2.4 Potencial antioxidante

2.4.1. Quantificação e efeitos de antioxidantes

O organismo humano é composto por átomos, que normalmente não participam de reações químicas, a menos que possuam elétrons livres nos seus orbitais, tornando-se instáveis. Esses átomos são os chamados radicais livres, que tendem a se mover rapidamente com o objetivo de captarem elétrons livres de outras moléculas, que, por sua vez, tornam-se novos radicais livres. Um dos tipos mais comuns é o radical oxigênio, que quando em excesso pode levar ao estresse oxidativo e causar danos nas moléculas biológicas, como as proteínas, lipídios e DNA (YOUNG & WOODSIDE, 2001).

O desenvolvimento de radicais livres é desencadeado por diversas atividades essenciais para a vida como a respiração, alimentação ou qualquer atividade que cause algum tipo de estresse. Além disso, fatores ambientais como poluição do ar, presença de fumaça ou alimentos inadequados também são fatores que predispõe o aparecimento desses radicais. O estresse oxidativo é um dos fatores desencadeantes de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares (DIAZ *et al.*, 1997), câncer (AMES *et al.*, 1995), doenças degenerativas como Alzheimer's (CHRISTEN, 2000) e Parkinson's (LANG & LOZANO, 1998), além do processo de envelhecimento (AMES *et al.*, 1993).

Sendo assim, para diminuir os efeitos nocivos dessas moléculas, deve-se incluir elementos que doem espontaneamente os elétrons que estão faltando nos seus orbitais,

impedindo a ação do radical oxigênio e a reação em cadeia da formação de novos radicais livres. Esses elementos são os antioxidantes, presentes em frutas, nozes e vegetais. Entretanto, suas concentrações podem ser afetadas pelos diferentes cultivares, condições de crescimento, colheita, processamento e diferentes procedimentos de análises.

Diversas metodologias para quantificação de antioxidantes têm sido empregadas em alimentos, como a mensuração da capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC), poder antioxidante de redução do íon férrico (FRAP) e a capacidade antioxidante do equivalente Trolox (TEAC), todos baseados em diferentes mecanismos e utilização de diferentes antioxidantes. O método ORAC é considerado preferencial devido a sua relevância biológica através da eficácia *in vivo* (AWIKA *et al.* 2003).

As substâncias bioativas em alimentos funcionais podem ser organizadas de diversas maneiras, dependendo do interesse específico. Uma delas é quanto a sua natureza química e molecular que permite categorizá-los de acordo com seu grupo molecular, como mostra o Quadro 01.

Quadro 01: Organização de substâncias bioativas em alimentos funcionais quanto à natureza química e molecular.

Isoprenóides	Compostos fenólicos	Proteínas Aminoácidos e afins	Carboidratos e Derivados	Ácidos graxos e lipídeos	Minerais	Microbiótico
Carotenóides	Cumarinas	Aminoácidos	Ácido ascórbico	PUFA Ômega-3	Ca	Probiótico
Saponinas	Taninos	Compostos Alil-S	Oligossacarídeos	MUFA	Se	Prebiótico
Tocotrienos	Lignina	Isotiocianatos	Polissacarídeos não amiláceos	Esfingo-lipídeos	K	
Tocoferóis	Antocianinas	Folato		Lecitina	Cu	
Terpenos simples	Isoflavonas	Colina			Zn	
	Flavonóides					

Fonte: Pimentel *et al.*, 2005.

Essas substâncias também podem ser divididas segundo suas funções e fontes alimentares, como mostra o quadro 02.

Quadro 02: Substâncias consideradas funcionais e suas funções e fontes.

Substância	Funções	Fontes alimentares
ÁCIDOS GRAXOS MONO-INSATURADOS	Efeito protetor sobre cânceres de mama e de próstata	azeite de oliva

ÔMEGA – 3	Efeito protetor de doenças cardiovasculares Evita a formação de coágulos sanguíneos na parede arterial Diminui a pressão sanguínea Aumenta o HDL plasmático (colesterol bom) e reduz o colesterol LDL (ruim) Pode diminuir a quantidade de triglicérides no sangue	Peixes de água fria e frutos do mar.
ÔMEGA – 6	Efeito protetor para as doenças cardiovasculares.	óleos vegetais, como azeite, óleo de canola, milho e girassol, bem como nas nozes, soja e gergelim
FITOESTERÓIS	Age precipitando o colesterol dietético presente no intestino, pode colaborar a redução da absorção do colesterol. Têm propriedade de auxiliar no controle de alguns hormônios sexuais e, eventualmente aliviar os sintomas de TPM por atenuar a queda de estrógeno que ocorre nesta fase	Óleos vegetais, cremes vegetais com adição desta substância, legumes, gergelim, e semente de girassol
FITOESTRÓGENOS isoflavona (genisteína e a daidzina)	Menor incidência de doenças cardiovasculares Câncer de mama Câncer de próstata Osteoporose	Soja Inhame
Antocianinas (flavonóides)	Possuem propriedades anti-carcinogênicas, anti-inflamatórias e anti-alérgicas	cerejas, jambolão, uvas, vinho, morangos, amoras vermelhas, uvas, vinho, berinjelas entre outros
Antoxantinas (flavinóides)	Possuem propriedades anti-carcinogênicas, anti-inflamatórias e anti-alérgicas	batata e repolho branco
CAROTENÓIDES	Essenciais para a visão, diferenciação das células, desenvolvimento embriológico e outros processos fisiológicos, e ainda possuem ação estimulante ao sistema imunológico, inibem a mutagênese e protegem contra a oxidação e contra doenças cardiovasculares	Cenoura, abóbora e mamão

LICOPENO	Reduz a concentração de radicais livres Previne o ataque cardíaco por impedir a oxidação de LDL	Tomate, melancia
FIBRAS SOLÚVEIS	Absorvente sobre os ácidos e sais biliares que atenuam a velocidade de absorção de diversos nutrientes, entre eles a glicose e o colesterol	Algumas frutas, vegetais, leguminosas (feijão, lentilha)
FIBRAS INSOLÚVEIS	Como celulose e lignina, por não serem digeridos favorecem o bom funcionamento dos intestinos, aumentando o volume fecal, e atualmente sendo citados como fator importante na redução de incidência de câncer de intestino (cólon).	cascas de cereais

Fonte: Pimentel *et al*, 2005.

Estudos realizados com compostos polifenólicos, especialmente os flavonóides, demonstram sua capacidade antioxidante e significativa contribuição na dieta, assim como seu efeito na prevenção de diversas enfermidades, como doenças cardiovasculares, câncer e enfermidades neurológicas (HARBORNE *et al*, 2000; LAPIDOT *et al*, 1999; PRIOR *et al*, 1998; SÁNCHEZ-MORENO, 2002; SAUTÉ-GARCIA *et al*, 1997; SCHRAMM & GERMAN, 1998; TSUDA *et al*, 1994).

Os polifenóis são efetivos doadores de hidrogênio, principalmente os flavonóides. Seu potencial antioxidante é dependente do número e da posição do grupamento de hidrogênios e suas conjugações, assim como da presença de elétrons doadores na sua estrutura (PRIOR *et al*, 1998). As antocianinas, pigmentos flavonólicos, tem uma estrutura química adequada para atuar como antioxidantes, pois podem doar hidrogênios (PRIOR *et al*, 1998; WANG *et al*, 1997).

2.5. Compostos Fenólicos

Diversas pesquisas estimulam o consumo diário de, no mínimo, 5 porções de frutas e hortaliças variadas, pois alegam que a inserção desses alimentos na dieta promove melhora na saúde, devido ao seu potencial nutritivo e presença de fitoquímicos, muitos deles desempenhando funções biológicas, com destaque para os que possuem ação antioxidante (USDA).

Estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos são responsáveis pela capacidade antioxidante de vários frutos e vegetais, além das vitaminas C, E e β -caroteno. (VELIOGLU *et al*, 1998; MCDONALD *et al*, 2001).

Dentre os compostos fenólicos com propriedade antioxidante, destacam-se os flavonóides que, quimicamente, englobam as antocianinas e os flavonóides não-antocianinas. As antocianinas são pigmentos solúveis em água, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem as várias nuances de cores entre laranja, vermelha e azul encontradas em frutas, vegetais, flores, folhas e raízes (FRANCIS, 1989).

Os flavonóides não-antocianinas são pigmentos de cores branca ou amarela clara encontradas nos alimentos, que são importantes por atuarem na co-pigmentação das antocianinas (BOBBIO & BOBBIO, 1995). Atualmente, existe uma tendência mundial em usar pigmentos naturais como corantes para alimentos e entre eles destacam-se as antocianinas. Esse interesse é também influenciado pelas observações promissoras de seu potencial benéfico à saúde decorrente de sua ação antioxidante (ESPÍN *et al.*, 2000, WANG *et al.*, 1997).

2.5.1. Flavonóides

Flavonóides englobam uma classe muito importante de pigmentos naturais encontrados com grande frequência na natureza, unicamente em vegetais.

Todos os flavonóides têm a estrutura – C₆ – C₃ – C₆ – sendo que as duas partes da molécula com seis carbonos são anéis aromáticos. São compostos bem caracterizados por medidas espectroscópicas, não só dos próprios compostos, mas também de compostos e complexos formados pela adição de determinados reagentes. Podem ser divididos em antocianinas e Flavonóides não antocianinas (FNA).

2.5.1.1. Antocianinas

Dentre os principais fatores determinantes na escolha de um alimento está a cor, que influencia na aceitabilidade de um produto e, muitas vezes, determina o processo decisório da compra. O uso de antocianinas como corante em alimentos é limitado pela sua sensibilidade a fatores como exposição ao oxigênio, luz e temperatura, estabilizantes metálicos, além de serem mais caros que os corantes artificiais (PIMENTEL, 1995).

WISSGOTT & BORTLIK (1996) relatam que a literatura é rica em patentes e publicações científicas sobre a estabilidade de pigmentos naturais, mas razões econômicas e permissões legais impedem a utilização. Entretanto, a maior demanda por produtos naturais, sem aditivos ou conservantes que podem desencadear graves reações alérgicas e com isso, problemas de saúde pública, incentivam as indústrias a adotarem mudanças no processamento e embalagens com o objetivo de viabilizar a utilização desses produtos naturais, apesar de serem mais sensíveis a luz, temperatura e variação de pH que os produtos artificiais (CARVALHO, 1992, PIMENTEL, 1995). Com os avanços tecnológicos, a suscetibilidade de oxidação e a insolubilidade são problemas superáveis, porém informações a respeito da sua toxicidade são escassas (ARAÚJO, 1995).

As antocianinas são pigmentos responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes de frutas, flores e folhas, que variam do vermelho alaranjado, como no morango (*Fragaria vesca* L.) ao roxo, no jamelão (*Syzygium cumini*), passando pelo vermelho vivo, na cereja vermelha (*Prunus avium* L.).

São obtidas facilmente por extração a frio com metanol ou etanol fracamente acidificado com ácido clorídrico (BOBBIO, 2003). Porém, algumas são lábeis e se decompõem em presença de ácidos minerais, e neste caso, a extração deve ser feita com solventes acidificados com ácidos acético ou cítrico.

São sempre encontradas na forma de glicosídeos facilmente hidrolisados em açúcares, agliconas, denominadas antocianidinas, que têm como estrutura básica o cátion 2-fenilbenzopirilium, também denominado flavilium (BOBBIO, 2003).

As antocianinas encontradas em alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: pelargonidinas, cianidina e delphinidina, todas com hidroxilas nas posições três, cinco e sete. Existem, no entanto antocianinas derivadas de

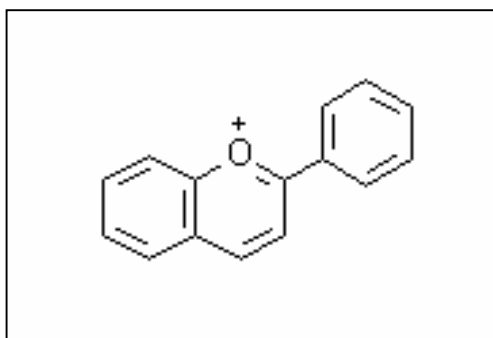
outras antocianidinas, encontradas com menos freqüência na natureza e nunca em alimentos (BOBBIO, 2003).

A. Estrutura Química das Antocianinas

Os carotenóides e as antocianinas representam a maior classe de substâncias coloridas do reino vegetal e se encontram amplamente distribuídas em flores, frutos e demais plantas superiores sendo consumidas pelo homem desde tempos remotos (GONNET, 1998).

As antocianinas fazem parte de um grande grupo de compostos orgânicos denominados flavonóides, que apresentam a estrutura básica: $-C_6-C_3-C_6-$, como dito anteriormente. Diferentemente dos outros flavonóides, as antocianinas são capazes de absorver fortemente luz na região do visível, conferindo uma infinidade de cores entre laranja, vermelho, púrpura e azul, dependendo do meio em que se encontra (BROUILLARD, 1982).

Podem ser definidas quimicamente como glicosídeos de antocianidinas. As antocianidinas (agliconas) são polihidroxi e/ou polimetoxi derivados do 2-fenilbenzopirilium ou, cátion flavilium (Figura 07).



Fonte: VON ELBE e SCHWARTZ, 1996

Figura 07: Cátion flavilium.

O número de grupos hidroxilícos e metoxilícos presentes na aglicona, a natureza, número e sítio de ligação dos açúcares e o número e natureza de ácidos alifáticos e/ou aromáticos ligados à molécula de açúcar são os fatores que caracterizam as diferenças entre as formas antociânicas encontradas (ELBE & SCHWARTZ, 1996).

Entre os açúcares mais comumente encontrados ligados a antocianidina estão glicose, arabinose, galactose e ramnose, além de di e trissacarídeos. Em muitos casos os resíduos de açúcar são acilados por ácido p-cumárico, cafeíco, ferrúlico, malônico, p-hidroxibenzóico, oxálico, málico, succínico ou acético (MAZZA & MINIATI, 1993).

As antocianidinas mais comuns que ocorrem como agliconas nas antocianinas naturais são pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, malvidina e petunidina. São menos estáveis e solúveis que as correspondentes antocianinas e não são encontradas naturalmente nas plantas (TIMBERLAKE & BRIDLE, 1975), como exposto no quadro 03.

Quadro 03: Antocianidinas naturais de maior ocorrência.

Antocianidinas	Grupos substituintes (R)							Cor
	3	5	6	7	3	4'	5	
Apigenidina (Ap)	H	OH	H	OH	H	OH	H	Laranja
Aurantidinina (Au)	OH	OH	OH	OH	H	OH	H	Laranja
Capesinidina (Cp)	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OMe	Violeta
Cianidina (Cy)	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Vermelho alaranjado
Delfinidina (Dp)	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	Violeta
Europinidina (Eu)	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OH	Violeta
Hirsutinidina (Hs)	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	OMe	Violeta
6-Hidroxicianidin(6 OHCy)	OH	OH	OH	OH	OH	H	-	Vermelho
Luteonidina (Lt)	H	OH	H	OH	OH	OH	H	Laranja
Malvidina (Mv)	OH	OH	H	OH	OMe	OMe	OMe	Violeta
5-Metilcianidina (5-MCy)	OH	OMe	H	OH	OH	H	-	Vermelho-alaranjado
Pelargonidina (Pg)	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Laranja
Peonidina (Pn)	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H	Vermelho-alaranjado
Petunidina (Pt)	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH	Violeta
Pulchelidina (Pl)	OH	OMe	H30	OH	OH	OH	OH	Violeta
Rosinidina (Rs)	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	H	Vermelho
Tricetinidina (Tr)	H	OH	H	OH	OH	OH	OH	Vermelho

Fonte: Adaptada de JACKMAN & SMITH, 1991 e MAZZA & MINIATI, 1993.

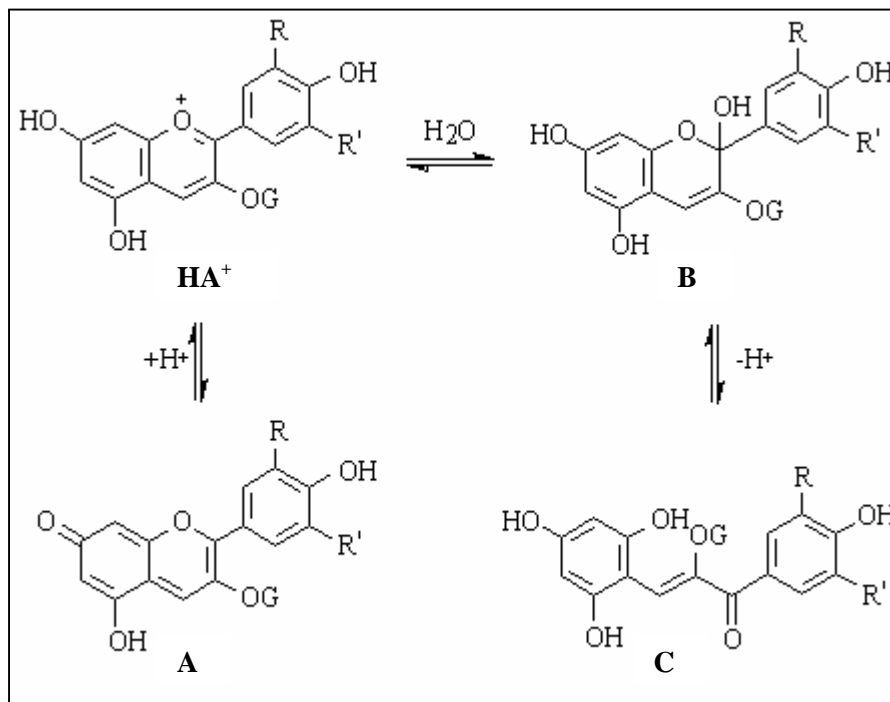
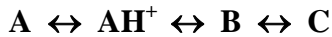
Segundo Harbone (1979), a glicosilação pode conferir solubilidade e estabilidade aos pigmentos de antocianidinas e ocorre, normalmente, em C-3, embora não muito freqüentemente, têm sido encontradas estruturas com glicosilação em C-7, C-3 e C-5. Quando há um segundo açúcar presente, normalmente se encontra ligado em C-5.

A metoxilação ocorre usualmente em C-3 e C-5', não foi encontrada nenhuma antocianina natural que possuísse todos os sítios C-5, C-7 e C-4' metoxilados ou hidroxilados ao mesmo tempo. Sem dúvida, um grupamento hidroxila livre é essencial para a formação da estrutura quinoidal que é grandemente responsável pela pigmentação de flores e frutas e é gerada pela perda de um hidrogênio ácido do cátion flavilium (BROUILLARD, 1982).

B. Transformações estruturais em meio aquoso

Dependendo do grau de acidez ou alcalinidade, as antocianinas adotam diferentes estruturas químicas em meio aquoso. Cada uma destas estruturas apresenta, na região do visível, um espectro de absorção característico (BROUILLARD e DUBOIS, 1976). As modificações estruturais das antocianinas em água devem-se à alta reatividade da aglicona. Em meio ácido, a 25°C, quatro estruturas coexistem em equilíbrio: o cátion fláviliun (AH^+), a base quinoidal (A), ambos responsáveis pela coloração, a pseudo base ou carbinol (B) e a chalcona (C), estruturas incolores, como descrito na Figura 08.

Figura 08: Transformações estruturais das antocianinas em água.



Fonte: BROUILLARD e DUBOIS, 1976.

Soluções de antocianinas apresentam uma coloração vermelha mais intensa em pH abaixo de 3,0, quando a forma pH^+ prevalece. Essa cor desaparece a medida que aumenta o pH para a faixa de 4,0 a 5,0. Entretanto, aumentos adicionais de pH levam as antocianinas a apresentarem uma coloração azulada e estas, após estocagem ou aquecimento, tornam-se amareladas (MAZZA e BROUILLARD, 1987, AMIC *et al.*, 1999).

A estrutura antociânica assumida com o aumento do pH depende essencialmente da estrutura da antocianina. Para a malvidina 3-glicosídeo, a medida que o pH cresce, há o aumento da concentração, pelo ataque nucleofílico da água ao cátion flavilium, da estrutura do carbinol **B** que existe em equilíbrio com a forma chalcona **C**. Em torno do pH 4,5 a forma catiônica desaparece e acima de pH 5,5 apenas a forma quinoidal está presente e nenhuma coloração é percebida (MAZZA & BROUILLARD, 1987).

A maioria das antocianinas naturais tende a existir em soluções levemente ácidas, predominantemente como as formas incolores carbinol ou chalcona. Desta forma, é de interesse, para o propósito de aplicação em alimentos, encontrar antocianinas em que as formas catiônicas ou quinoidais prevaleçam nestas condições de pH, uma vez que a maioria dos alimentos se encontra nesta faixa de pH (AMIC *et al.*, 1999).

C. Estabilidade das antocianinas

A cor das soluções de antocianinas depende de uma série de fatores como concentração, tipo de solvente, temperatura, pH, estrutura do pigmento, presença de substâncias capazes de reagir reversível ou irreversivelmente com a antocianina e, o pH é certamente o fator mais importante (GONNET, 1998). A remoção de água do meio em que se encontra o cátion flavilium é uma maneira de manter a coloração, pois promove o deslocamento do equilíbrio hidratação/desidratação para direção da forma colorida AH^+ (LEWIS & WLKER, 1995).

Se considerarmos a coloração das antocianinas apenas em função do pH, seríamos levados à conclusão de que as flores e frutas não deveriam ser coloridas uma vez que o pH natural dos vegetais é geralmente próximo da neutralidade, sendo necessário algum fator estabilizante para manter a coloração (GOTO & KONDO, 1991). Este fator é conhecido como copigmentação, que consiste na ligação entre o pigmento e outra molécula denominada de copigmento (flavonóides não antociânicos, compostos fenólicos em geral, ácido alifáticos, etc) envolvendo mecanismos químicos diferentes, a saber: inter ou intra molecular copigmentação e auto associação (GONNET, 1998). Segundo Mazza & Brouillard (1987), o mecanismo de associação entre o copigmento e a antocianina envolve ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas entre as moléculas.

A cor das antocianinas também é influenciada fortemente pelo tipo de estrutura química. A presença do grupamento hidroxila C-5 e C-4 promove a estabilização das formas coloridas pelo impedimento da reação de hidratação. A hidroxilação em C-7 e C-4 também tende a estabilizar a molécula, enquanto a metilação destas hidroxilas tem efeito inverso (MAZZA & MINIATI, 1993). A glicosilação também afeta a estabilidade do pigmento, sendo a antocianidina muito menos estável que a correspondente antocianina. Antocianinas contendo dois ou mais grupos acilas aromáticos são estáveis em meio neutro, possivelmente segundo Mazza & Miniati (1993), como resultado da ligação de pontes de hidrogênio entre o grupo hidroxil fenólico das antocianinas e os ácidos aromáticos. Já Brouillard (1982) sugeriu a possibilidade de uma ligação hidrofóbica entre o anel pirilium e os radicais aromáticos dos grupos acila.

As antocianinas são rapidamente destruídas pelo calor durante o processamento e estocagem dos alimentos, possivelmente através da quebra do anel heterocíclico da pseudobase com formação da chalcona (MARKAKIS, 1982 a).

As antocianinas são solúveis em água e em mistura de água e álcool, porém insolúveis em óleos e gorduras. O núcleo flavilium da antocianina é deficiente em elétrons e, portanto, altamente reativo. A sua reação geralmente envolve descoloração do pigmento, sendo, portanto, indesejável no processamento de frutas e vegetais.

Corantes comerciais derivados de uvas têm tido considerável sucesso em bebidas, mas todas as antocianinas convencionais apresentam algum tipo de limitação. Estabilidade é um problema, já que as antocianinas são degradadas na presença de metais, ácido ascórbico, açúcar, oxigênio, temperatura e enzimas.

A luz exerce efeito duplo sob as antocianinas: favorece sua biossíntese, mas acelera sua degradação. O oxigênio também apresenta efeito deletério sob as antocianinas, acelerando sua degradação (MARKAKIS, 1982 b). Segundo Conceição (1997) e Langston *et al* (1981) em presença de ácido ascórbico a degradação do pigmento é acelerada, tanto em presença quanto em ausência de oxigênio.

Alguns autores consideram que a presença de açúcares também promove a degradação mais rápida da antocianina (MARKAKIS, 1982 b). As antocianinas reagem com íons de bissulfito ou com dióxido de enxofre, sofrendo descoloração em um processo reversível, causada possivelmente pela adição desses compostos nas posições 2 ou 4 das antocianinas (JURD, 1964). As antocianinas são também facilmente descoloridas por reações enzimáticas, sendo hidrolisadas ou oxidadas por antocianases ou catecolases com formação de produtos sem cor (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

D. Análise de antocianinas

A análise antociânica de um produto é composta de duas partes básicas: análise qualitativa e quantitativa. A grande variedade de grupamentos químicos que podem se encontrar ligados ao cátion flavilium contribui para que se tenha uma grande variedade de

estruturas de antocianinas possíveis, tornando a análise qualitativa bastante complexa (JACKMAN *et al*, 1987).

Para se efetuar as análises, seja qualitativa ou quantitativa, o primeiro passo é efetuar a extração do pigmento adequadamente. Segundo Francis (1982), na maioria das frutas e demais vegetais, os pigmentos de antocianinas se encontram localizados em células próximas a superfície exterior. Uma vez que o pigmento está dissolvido na seiva das células, a sua extração geralmente envolve o uso de solventes ácidos, os quais desnaturam a membrana das células do tecido e simultaneamente dissolvem os pigmentos (JACKMAN *et al*, 1987).

O método universal empregado para obtenção do extrato bruto consiste em tratar a matéria-prima com metanol acidificado com 1% de HCL. No entanto, em se tratando de alimentos, o emprego de etanol deve ser preferido devido à toxidez do metanol, embora na maioria das vezes, a extração com metanol seja mais eficiente (FRANCIS, 1982).

O grau de extração das antocianinas depende de uma série de fatores, entre eles relação solvente/matéria-prima, o tipo de solvente empregado (etanol, metanol, água) e tipo de ácido (HCL, ácido cítrico, tartárico, fórmico, acético, propioníco). Segundo Metivier *et al*. (1980) em um experimento em que se empregou uva, o metanol mostrou-se mais eficiente que o etanol e água respectivamente. O ácido hidrocloreídrico levou a melhores resultados, sendo, no entanto, muitas vezes evitado devido a sua alta corrosividade.

Uma vez efetuada a extração é recomendado promover a concentração do extrato bruto. A solução deve ser concentrada sob vácuo sem permitir que a temperatura atinja valores superiores à 30° C, de forma a minimizar a degradação térmica do pigmento (FRANCIS, 1982).

A purificação das antocianinas pode ser realizada por meio de diversos métodos. As cromatografias de papel e de coluna têm sido os métodos mais empregados com tal propósito (MAZZA & MINIATI, 1993). Fuleki & Francis (1968) utilizaram três métodos diferentes para purificar parcialmente antocianinas do suco de “randberry”: precipitação com acetato de chumbo, cromatografia em coluna poliamida e cromatografia em coluna de troca-iônica (Amberlite CG-50), sendo este último mais eficiente. O uso de cromatografia de troca-iônica é particularmente interessante quando o extrato bruto apresenta muitas substâncias interferentes. O emprego desta técnica permite separar tais interferentes do pigmento para posterior purificação e separação das diversas frações antociânicas.

A identificação das antocianinas que compõe o extrato bruto é normalmente feita por meio de cromatografia de papel, cromatografia de camada fina, espectroscopia UV/visível e reações de hidrólise controlada e oxidação. HPLC também tem sido cada vez mais empregado (MAZZA & MINIATI, 1993). Quando se trata de um pigmento ainda não identificado e com estrutura química mais complexa o emprego de RMN e espectroscopia de massa são essenciais (FRANCIS, 1982).

A escolha da matéria-prima a ser utilizada é naturalmente determinada pelos aspectos econômicos, técnicos e legais que apresentam. Além desses, outros problemas devem ser definitivamente resolvidos, como identificação, determinação quantitativa e estabilização da cor durante o armazenamento de alimentos (BOBBIO, 1992).

Grande esforço tem sido despendido no sentido de encontrar outras fontes de antocianinas que, além de estáveis, sejam viáveis economicamente. É interessante explorar resíduos da agroindústria.

E. Antocianinas em Alimentos

As antocianinas, como os carotenóides são substitutos em potencial de corantes sintéticos, muitos deles já proibidos de serem usados em alimentos. Entretanto são poucas as

fontes comercialmente utilizáveis de antocianinas. Entre estas está o resíduo da fabricação do vinho e do suco que produz um pigmento usado em alimentos sob o nome de enocianina.

Hoje, o uso de corantes naturais vem ganhando um grande aporte junto à população sobre os corantes sintéticos. Apesar desses apresentarem menores custos de produção e maior estabilidade, o número de aditivos sintéticos permitidos nos países desenvolvidos está diminuindo a cada ano em favor dos pigmentos naturais, pois alguns corantes artificiais provocam doenças da tireóide, lesões no fígado, hiperacidez, alergia tipo asma, rinite e urticária. Embora também apresentem desvantagens, os corantes naturais têm sido utilizados há anos sem evidências de danos à saúde. Alguns apresentam solubilidade em óleo, proporcionam matizes suaves e conferem ao produto aspecto natural, o que aumenta a aceitação pelo consumidor.

Os corantes naturais permitidos pela legislação internacional estão classificados em quatro grandes grupos: antocianinas, betalaínas, carotenóides e diversos (cúrcuma, clorofila, cochonilha e a indigotina).

As antocianinas são utilizadas em bebidas ácidas, geléias, doces e cosméticos. A adição de ácido ascórbico para efeito de estabilização não é recomendada, a presença de açúcares, especialmente a frutose, acelera o processo de escurecimento e o aquecimento acelera a degradação das antocianinas.

Em presença de cátions de Al, Fe, Sn e outros metais, as antocianinas formam produtos insolúveis que, no caso do alumínio encontram aplicações como corantes denominados lacas e que apresentam estabilidade ao calor, pH e oxigênio superiores aos das antocianinas livres.

A estabilidade das antocianinas ao descoramento aumenta significativamente quando contem ácidos fenólicos em sua molécula. A estabilidade também aumenta quando da presença de flavonóides não-antociânicos, especialmente flavonols, grande número de compostos como acetaldeído, aminoácidos, taninos e etc. também tem efeito estabilizador. Esse aumento de estabilidade é atribuído a copigmentação, ou seja, associação entre antocianina e o flavonol por pontes de hidrogênio de modo que o flavonol venha a formar uma estrutura protetora sobre e abaixo da antocianina (BOBBIO, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais

3.1.1 Matéria-prima

Os frutos de Jamelão foram colhidos no estádio de maturação próprio para o consumo, de árvores plantadas na área do Jardim Botânico do Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica - estado do Rio de Janeiro, da safra que ocorreu nos meses de Janeiro a Maio de 2007. A colheita foi realizada com auxílio de escada e apetrechos que facilitaram a operação para evitar o contato dos frutos com o solo. Colhidos, foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o laboratório de Processamento de Alimentos (LAPAL) do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro (INJC/UFRJ).

3.1.2 Equipamentos

- Agitador Vortex
- Autoclave
- Balança analítica digital
- Banho de terra com injeção de nitrogênio
- Banho-maria a 100°C
- Bomba a vácuo
- Chapas agitadora e elétrica
- Cromatografo CG Chrompack CP9001 (FDI)
- Cromatografo HPLC com detector de diodo 300 a 550 nm
- Destilador de Kjeldahl
- Digestor de Kjeldahl
- Espectrofotômetro Beckman DU 650
- Espectrofotômetro ELAN 6000 da Perkin Elmer-Sciex
- Espectrofotômetro Hitachi – U 3200
- Estufa a 105 °C
- Mufla a 550 °C
- Rotaevaporador
- Seladoras a vácuo

3.1.3 Reagentes

- Acetona HPLC
- Acetona PA
- Acido Ascórbico PA
- Acido Bórico PA
- Acido Clorídrico PA
- Acido Oxálico
- Acido Sulfúrico PA
- Acido Tânico
- Álcool 70%
- Bicarbonato de Sódio
- Carbonato de Sódio
- Cloreto de Sódio

- Clorofórmio
- 2,6 – diclorofenol Indofenol
- Etanol PA
- Éter de Petróleo HPLC
- Glicose anidra PA
- Hexano PA
- Hidróxido de Potássio PA
- Hidróxido de Sódio PA
- Indicador de Proteína
- Metanol PA
- Molibdato de Amônio PA
- Reagente de Metilação
- Soluções de Fehling A
- Soluções de Fehling B
- Sulfato de Cobre PA
- Sulfato de Sódio anidro
- Mistura catalítica para determinação de nitrogênio total (Thompson & Capper LTD.)

3.1.4 Materiais de Laboratório e Embalagens

- Agitadores magnéticos
- Balões de separação
- Balões volumétricos de tamanhos diversos
- Beckeres de tamanhos diversos
- Buretas de 25 e 50 ml
- Cápsulas de porcelana
- Dessecador com sílica gel
- Erlenmeyers de tamanhos diversos
- Espátulas de metal
- Frascos de Kjeldahl
- Funis de Buncher
- Funis de Gooch Pirex®
- Microseringa
- Papeis de filtro
- Papeis de seda
- Peras
- Pesa-filtros
- Pinças de metal
- Pipetas volumétricas e graduadas de diversos volumes
- Quitasatos
- Sacos de polietileno de alta densidade
- Tubos de ensaio com tampa
- Tubos de Foulin Wu

3.2 Métodos

3.2.1 Manuseio da Matéria-Prima

No LAPAL, os frutos foram selecionados, sendo descartados os de coloração verdes e com pequenas ranhuras ou atacados por insetos ou animais. Já selecionados foram pesados com auxílio de balança digital semi-analítica.

3.2.2 Lavagem

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

3.2.3 Despulpamento

Após a lavagem, a fração comestível (polpa e casca) foi separada das sementes manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável e recipientes de vidro.

3.2.4 Acondicionamento e congelamento

A fração comestível foi homogeneizada com auxílio de liquidificador doméstico, separada em porções de aproximadamente 150 gramas. Depois de acondicionadas em sacos de polietileno constituído de 5 camadas com alta barreira ao oxigênio e remoção parcial do ar atmosférico, foram fechados hermeticamente com auxílio de seladora a vácuo, identificados e armazenados a -18°C . As sementes também foram homogeneizadas em liquidificador doméstico e depois de separadas em porções de aproximadamente 100 gramas foram embaladas em sacos de polietileno, de constituição semelhantes aos utilizados para fração comestível e depois de fechados após a retirada completa de todo ar atmosférico com ajuda de seladora a vácuo, foram identificados e armazenados a -18°C .

3.2.5 Determinações

Antes das determinações analíticas, os sacos de polietileno com as frações congeladas eram retirados com antecedência de 24 horas e deixados à temperatura ambiente e protegidos da luz para o degelo. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

I. Umidade

A umidade foi determinada por gravimetria e constou das pesagens de alíquotas com $5,5682 \pm 0,5288$ gramas da fração comestível e $5,3671 \pm 0,1632$ gramas das sementes em pesa-filtros previamente tarados e aquecidos em estufa a 105°C até a obtenção de pesos constantes, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em g de umidade/100 g de amostra.

II. Sólidos Totais (ST)

Os ST foram calculados pela diferença entre 100 e o teor de umidade, tanto da fração comestível, como das sementes, sendo os resultados expressos em g de sólidos totais/100 g de

amostra, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

III. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os teores de SST da fração comestível foram determinados à 20°C com o auxílio de um refratômetro de bancada e os resultados expressos em % (°Brix) segundo a A.O.A.C (1990).

IV. Sólidos Insolúveis Totais (SIT)

Os teores de SIT nas frações comestíveis e nas sementes foram calculados pela diferença entre os teores de Sólidos Totais e Sólidos Solúveis Totais e os resultados expressos em g de Sólidos Insolúveis Totais/100 g de amostra, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

V. pH

O pH foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH 7,0 e pH 4,0, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005) em alíquotas da fração comestível. Para determinação desse parâmetro nas sementes, foram preparadas suspensões contendo em torno de 5 gramas de amostra diluídas em 50 mL de água destilada. Após a estabilização dos resultados expressos no painel do equipamento, os dados mensurados foram expressos em valores reais pH.

VI. Acidez total

A acidez total foi determinada por titulação potenciométrica com solução de NaOH 0,1 M e fator de correção 1,1025. O eletrodo do potenciômetro já devidamente padronizado foi introduzido nas suspensões preparadas com alíquotas de 1,0817 g \pm 0,0486 da fração comestível e 50 ml de água deionizada e alíquotas de 1,0931 g \pm 0,0897 da fração de sementes e 50 ml de água deionizada. A solução do álcali foi gotejada nas respectivas suspensões, sob agitação constante, até pH 8,3. Nas duas frações, o teor de acidez foi calculado considerando o volume de álcali que foi gasto na titulação da suspensão e os resultados expressos em mg de NaOH/100 g da fração comestível ou sementes de Jamelão (IAL, 2005).

VII. Frações lipídicas

A concentração de lipídeos totais foi determinada na fração comestível pela metodologia proposta por Bligh & Dyer (1959) que consistiu na utilização de três solventes, clorofórmio, metanol e água, na proporção 2:1:0,8 (V:V:V), respectivamente. Nesse procedimento metodológico foram utilizadas alíquotas com 10,3915 gramas \pm 0,3778. Já nas sementes a concentração dessa fração foi determinada pelo método de Soxhlet com éter etílico como solvente, sendo utilizadas alíquotas de 5,0312 gramas \pm 0,0196 (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em g de lipídios totais / 100 g de amostra.

VIII. Perfil de ácidos graxos da fração lipídica

Inicialmente foram obtidas as frações lipídicas das porções comestíveis com ajuda de clorofórmio e das sementes com éter etílico. Depois da preparação dos ésteres metílicos dessas alíquotas, segundo metodologia de Hartmann & Lago (1973), os perfis em ácidos graxos foram determinados por cromatografia gasosa, utilizando coluna CP-SIL 88 (FAME) de 100 m x 0,25 mm a 10 psi, com temperatura de injeção e detenção de 250°C, H₂ como gás de arraste (1mL /min). O volume de injeção foi de 1µL para a amostra de sementes e de 4 µL na amostra de fração comestível de jamelão, de acordo com a metodologia preconizada por MAZALLI & BRAGAGNOLO (2007).

IX. Teor de proteína total

Os teores de nitrogênio total nas frações comestíveis e de sementes foram determinados através do método de Micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). Foram utilizadas alíquotas de 0,2017 gramas ± 0,0016 para a fração comestível e 0,2024 gramas ± 0,0024 para as sementes. O conteúdo de nitrogênio encontrado em cada amostra foi multiplicado por 5,75 para definir o percentual de proteína bruta em cada fração (AACC, 1995). Os resultados foram expressos em g de proteína total ou bruta / 100 g de amostra.

X. Resíduos minerais fixos (cinzas)

Nesta determinação foram utilizadas alíquotas de 2,0218 gramas ± 0,0109 para a fração comestível e 2,1461 gramas ± 0,1766 para as sementes. As amostras foram previamente carbonizadas em chapas aquecidas e posteriormente submetidas à incineração. As cinzas foram determinadas após ignição de toda matéria orgânica em mufla aquecida a 550°C, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em g de cinzas / 100 g de amostra.

XI. Macros e microminerais

Os macros e microminerais da fração comestível e das sementes foram determinados a partir de amostras secas, que foram calcinadas em mufla a 550°C por período mínimo de duas horas e as cinzas foram dissolvidas em HCl 2mol/L. Posteriormente, foram analisadas por espectrofotometria de massa com plasma indutivamente acoplado no modo semiquantitativo, utilizando o equipamento ELAN 6000 da Perkin Elmer-Sciex (AOAC, 1990) do Laboratório de Espectrofotometria do Instituto de Química da Pontífica Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro. Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em mg do mineral correspondente / 100 g de amostra.

XII. Teor de açúcares totais (monossacarídeos - glicose, frutose, dissacarídeos- maltose, sacarose).

A determinação qualitativa e quantitativa dos teores de açúcares solúveis (sacarose, glicose e frutose) foi realizada pelo método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) com auxílio de uma *HPCL column for fermentation monitoring* 150x7,8 mm de 0,7 mL/min (Druzian *et al*, 2005).

XIII. Amido

Amostras da fração comestível (polpa e casca) contendo $5,0179\text{g} \pm 0,0185$ e sementes contendo $5,1350\text{g} \pm 0,1589$ foram transferidas para erlenmeyer de 500mL, acrescidos de 60 mL de éter etílico sob agitação constante para extração das substâncias lipossolúveis, que foram removidas junto ao éter. Posteriormente, foram adicionados 100mL de álcool 70%, as amostras foram deixadas em banho maria (83-87°C) e foram filtradas. O resíduo do filtrado, junto com o papel de filtro foram transferido para erlenmeyer de 500 mL e adicionados de 5 gotas de solução de hidróxido de sódio a 10%. Os frascos, devidamente identificados, foram autoclavados a 120°C/1 hora. Após o resfriamento, eles foram acidificados com 5mL de ácido clorídrico concentrado e novamente autoclavados por mais 30 minutos a 120°C. Finalizada a etapa de hidrólise do amido em moléculas de monossacarídeos foi iniciada a etapa de neutralização com adição de solução de hidróxido de sódio até pH 7. Em seguida as suspensões foram clarificadas de acordo com os procedimentos descritos nos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005), filtradas e recolhidas em balões volumétricos de 500mL, que tiveram seus volumes completados com água destilada. Nessas soluções foram determinadas as concentrações de monossacarídeos expressos em glicose pelo método de Fehling (IAL, 2005). Para calcular o teor de amido nas amostras, as concentrações de glicose encontradas foram multiplicadas pelo fator de conversão de monossacarídeos provenientes da hidrólise em amido, que é de 0,90 (IAL, 2005).

XIV. Fibra total - solúvel e insolúvel

As frações de fibra alimentar foram determinadas segundo as recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Para a determinação de fibras solúveis foram utilizadas alíquotas de $2,0343\text{gramas} \pm 0,0137$ para a fração comestível e $2,0336\text{ gramas} \pm 0,0178$ para as sementes. Para a determinação de fibra bruta foram utilizadas alíquotas de $3,0916\text{ gramas} \pm 0,1235$ para a fração comestível e $3,0370\text{ gramas} \pm 0,0338$ para as sementes. Os resultados de ambas as determinações foram expressos em g de fibra solúvel ou insolúvel / 100 g de amostra.

XV. Antocianinas

A. Extração de Antocianinas

Amostras com aproximadamente 100g de fração comestível homogeneizada foram imersas em 100mL de solução extratora composta de metanol, etanol, água destilada e ácido acético (69:20:10:1, v:v:v). A extração foi realizada em 24h, sem agitação e em ambiente escuro. A solução extraída foi concentrada com auxílio de evaporador rotativo (40°C) até um volume final de 30 mL. Esse volume foi dividido em três frações e armazenado em frascos de vidro escuros, que foram estocados sob refrigeração a 20°C até o momento das análises.

B. Quantificação de Antocianinas

A quantificação das antocianinas foi realizada pelo método espectrofotométrico diferencial em pH = 1,0 e pH = 4,5 a 514 e 700nm (ASKAR & TREPTOW, 1993; ROGEZ, 2000), sendo adaptado para espectrofotômetro a microplacas BIOTRAK II com comprimentos de onda de 520 e 690 nm.

XVI. Atividade Antioxidante

A. ORAC

A quantificação da atividade antioxidante pelo método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) foi baseada no método de Ou *et al* (2001) adaptado por Huang *et al* (2002) e Silva *et al* (2007), para uso em microplacas, usando fluoresceína.

A análise foi realizada em microplacas para fluorimetria de 96 poços (Greiner – Alemanha) e em fluorímetro Microplate Fluorescence Reader – Bio Tek instruments, Inc (USA). Um volume de 25 µL da amostra foi misturado com 150 µL de fluoresceína (55,5 nM) e incubada por 15 minutos a 37°C na microplaca antes da injeção automática de 25 µL da solução de AAPH (155 mM). A fluorescência foi acompanhada durante 50 minutos por leituras ($\lambda_{\text{excitação}} = 485 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{emissão}} = 520 \text{ nm}$). Soluções de Trolox foram preparadas para a curva de calibração (8,16,24,32 e 40 1M). Todas as soluções foram diluídas em tampão fosfato (75 mM, pH 7,4). As amostras foram analisadas em três diluições, considerando-se a média como valor ORAC final, como recomendado por Huang *et al* (2002). A quantificação da atividade antioxidante está baseada no cálculo da área sob a curva de decaimento da fluorescência como proposto por Cao e Prior (1999). Os resultados foram expressos em µmol Eq Trolox / 100g de amostra.

B. DPPH

O método do DPPH (2,2 – difenil – 1 – picrilidrazil) foi realizado de acordo com o procedimento descrito por Fernadéz-Pachón *et al* (2006), sendo feitas algumas modificações. A mistura reacional foi composta pela adição de 2925 µL da solução metanólica de DPPH (25 mg/L, preparada ao abrigo da luz) e 75 µL da amostra apropriadamente diluída em metanol. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 515 nm em diferentes intervalos de tempo, até 20 minutos de reação, sendo as amostras diluídas de maneira a apresentarem absorbância constante nesse período. As leituras foram feitas em triplicata.

Soluções padrões de trolox foram analisadas para a construção da curva de calibração. As atividades de seqüestro do radical de cada amostra foram calculadas de acordo com a porcentagem de inibição do radical DPPH (%Inb), segundo a equação 1.

$$\% \text{ Inb} = A_B - A_A / A_b * 100$$

Onde A_B e A_A são valores de absorbância do branco e da amostra, respectivamente, no termino da reação.

O valor da atividade antioxidante foi expresso em µM ET (Equivalente Trolox) a partir do coeficiente de regressão calculado da curva de calibração (equação 2):

$$\text{DPPH } (\mu\text{M ET}) = (\% \text{ de inibição} / \text{coeficiente}) \times \text{inibição}$$

C. TEAC

O método TEAC utilizado foi adaptado do proposto por Re *et al* (1999) e por Silva *et al* (2007).

A solução estoque de ABTS foi preparada em água ultra-pura usando perssulfato de potássio como agente oxidante. Esta solução foi mantida ao abrigo de luz por no mínimo 16 horas, em temperatura ambiente, para a formação total dos radicais. A solução de trabalho do

ABTS foi obtida diluindo-se a solução estoque em etanol até atingir absorvância entre 0,39-0,42 a 750 nm.

O valor TEAC foi determinado pela comparação a capacidade de captura do antioxidante Trolox. Assim, a cada dia de análise preparou-se uma curva de calibração. A solução estoque de Trolox foi preparada em etanol e armazenada a -20°C sob atmosfera do nitrogênio. A partir dessa solução foram feitas diluições para obter-se a reta de calibração com cinco concentrações diferentes.

Uma alíquota de 10 µL da amostra diluída em etanol ou Trolox reagiu após a adição de 190 µL da solução de trabalho do ABTS. O grau de descoloração que reflete a cinética de diminuição do radical foi acompanhado por 6 minutos.

O valor TEAC foi calculado pela medida da área sob a curva derivada da porcentagem de inibição da absorvância em função do tempo. O cálculo da área sob a curva foi realizado para a diluição da amostra que teve uma porcentagem de inibição final entre 20% e 80%. As amostras foram analisadas em triplicata.

A atividade antioxidante da amostra é expressa em µM ET (equivalentes Trolox), de acordo com a equação 3:

$$\text{TEAC} = (\text{AUC}_{\text{amostra}} / \alpha \text{ Trolox}) \times \text{diluição}$$

Em que:

$\text{AUC}_{\text{amostra}}$ = área sob a curva de inibição da amostra

$\alpha \text{ Trolox}$ = coeficiente angular obtido pela curva de calibração

O cálculo da área sob a curva (AUC) da amostra e do Trolox é mostrada na equação 4:

$$\text{AUC} = (\% \text{ Inb}_{(t=0)} \times 0,5 + \sum_{i=2}^{36} \% \text{ Inb}_{(t=10 \times i)}) \times 10$$

Sendo % Inb a porcentagem de inibição no tempo t (s), que é dada por:

$$\% \text{Inb} = (\text{A}_{\text{branco}} - \text{A}_{\text{amostra}} / \text{A}_{\text{branco}}) \times 100$$

Dos resultados das atividades antioxidantes fez-se a conversão (a partir da diluição feita para a extração) para a unidade final µmol Eq. Trolox / 100 g.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imensa extensão territorial e o clima favorável fazem do Brasil um dos maiores produtores mundiais de frutas e hortaliças. Algumas oriundas de espécies nativas, outras de indivíduos adaptados às condições edafoclimáticas existentes no país, principalmente nas zonas de clima tropical e temperado (GRANADA *et al.*, 2004). Essas matérias-primas são alimentos que oferecem uma grande variedade de sabores e aromas agradáveis, além de hidratação através do alto teor de água, são fontes importantes de carboidratos (monossacarídeos, dissacarídeos, amido, fibras solúveis e insolúveis), diversas vitaminas, ácidos graxos insaturados, proteínas e muitos minerais, podendo ser consumidas *in natura*, na forma de sucos, geléias, doces, conservas ou como fitoterápicos, devido as suas propriedades medicinais, muitas delas já devidamente comprovadas através de estudos pré-clínicos com animais ou estudo clínico com humanos (JUNQUEIRA-GUERTZENSTEIN & SRUR, 2002; www.geocities.com.br, acessado em 20/02/2008, RAMOS *et al.*, 2007).

Em função dessas comprovações, do sabor exótico incomparável, do conteúdo vitamínico e mineral que essas frutas possuem e da grande repercussão na mídia de um modo geral, o consumo de frutas e hortaliças se transformou em hábito alimentar para a maioria da população brasileira, principalmente para as camadas mais privilegiadas dos grandes e médios centros urbanos de diversas cidades. Atualmente, as dietas contêm variedades de frutas e hortaliças de cores diversas, já que foi concebido pelos cientistas e divulgado pela imprensa, de que os hortifrutícolas de cores intensas são os mais benéficos para a saúde, porque previnem e/ou curam certas doenças, principalmente as crônicas-degenerativas (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003). É comum a ingestão, durante as refeições e/ou lanches, de produtos derivados de algumas frutas que no passado não faziam parte dos cardápios da maioria dos brasileiros, como por exemplo, os produtos derivados do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), da acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), do buriti (*Mauritia vinifera* ou *flexuosa*, Mart), do camucamu (*Myrciaria dúbia*, M.), da pupunha (*Bactris Gasipaes*, Kunth), entre muitos outros. Atualmente, muitos desses produtos são exportados na forma de polpa congelada principalmente para os Estados Unidos, Japão e muitos países da Europa (KWAK & JUKES, 2001).

Entretanto, em função da grande diversidade da flora brasileira, muitas espécies nativas ou adaptadas são desprezadas no próprio campo por falta de informações técnico-científicas sobre suas propriedades nutritivas e funcionais, de tecnologia de colheita e pós-colheita, de processamento e de outros atributos considerados importante pelos consumidores. Algumas dessas espécies são altamente produtivas e nas épocas de safras, os frutos não são colhidos e amontoam-se embaixo das copas quantidades imensuráveis que, quando apodrecem, exalam cheiro desagradável, em função do lixo gerado e de outros inconvenientes. Como exemplo, o jamelão ou jambolão.

4.1. Composição Centesimal

Os resultados dos macro-nutrientes da fração comestível (polpa e casca) e das sementes são mostrados na tabela 01.

Tabela 01: Composição centesimal das frações comestíveis e sementes de jamelão em termos percentuais (g/100g amostra).

Análise	Fração comestível (Média ± d.p)	Fração sementes (Média ± d.p)
Umidade	84,93 ± 0,19	61,29 ± 0,71
Sólidos Totais	15,07 ± 0,19	38,71 ± 0,71
Sólidos Solúveis	13 ± 0,0	5,3 ± 0,02
Sólidos Insolúveis	2,07 ± 0,19	33,41 ± 0,71
Lipídeo total	0,55 ± 0,12	0,21 ± 0,02
Proteína	1,86 ± 0,26	1,99 ± 0,13
Carboidratos totais*	9,97 ± 0,94	35,65 ± 0,89
Cinzas	0,62 ± 0,15	0,86 ± 0,03
VET	52,27 ± 1,64	152,45 ± 2,86

d.p. = desvio padrão

* Calculado por diferença

A literatura dispõe de poucas informações relativas à composição centesimal de *Syzygium cumini*, entretanto, existem alguns estudos sobre os diversos frutos também da Família Myrtaceae, como é o caso do Jambo (*Eugenia jambosa* L.) e da Jabuticaba (*Eugenia cauliflora* O. Berg), que podem ser comparados com o jamelão, como mostra a tabela 02.

Tabela 02: Comparação da composição centesimal das frações comestíveis e sementes de Jamelão determinadas, encontradas na literatura e composição centesimal de Jabuticaba e Jambo.

Análise	Fração comestível (Média ± dp)	Fração sementes (Média ± dp)	Polpa de Jamelão Franco ¹	Polpa de Jabuticaba Franco ¹	Polpa de Jambo Franco ¹
Umidade	84,93 ± 0,19	61,29 ± 0,71	-	-	-
Lipídeo total	0,55 ± 0,12	0,21 ± 0,02	0,20	0	0,20
Proteína	1,86 ± 0,26	1,99 ± 0,13	0,60	0,54	0,80
Carboidratos totais*	9,97 ± 0,94	35,65 ± 0,89	15,60	11,20	12,80
Cinzas	0,62 ± 0,15	0,86 ± 0,03	-	-	-
VET	52,27 ± 1,64	152,45 ± 2,86	66,6	44,90	50,0

d.p. = desvio padrão

¹Tabela de Composição Química dos Alimentos (FRANCO, 2003).

* Calculado por diferença

I. Umidade

Dentre os itens mais frequentemente analisados na determinação de macronutrientes em alimentos está o teor de umidade, importante dado da composição centesimal e, em alguns casos é também um indicador da qualidade do produto. Sua determinação é normalmente feita por métodos gravimétricos, também conhecidos como dessecação até peso constante, que determinam a umidade através da diferença de massa entre o alimento úmido e o seco (GARCIA-AMOEDO, 2002).

A umidade de um alimento representa a água contida nele, que pode ser classificada como umidade de superfície, água livre do alimento ou presente na superfície. Pode ser facilmente evaporada e encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com os outros constituintes do mesmo (IAL, 2005).

O aquecimento direto da amostra a 105 °C é o processo mais utilizado para determinação da umidade de alimentos em geral (IAL, 2005). Assim sendo, foi realizada a determinação do teor de umidade das amostras das frações comestíveis e sementes de jamelão em estufa convencional cuja temperatura foi regulada para 105 °C. Essa metodologia baseia-se na perda de peso da amostra quando é aquecida nas condições nas quais a água livre é evaporada. Além da água, esse processo remove também outras substâncias que possuem pontos de ebulição inferiores à temperatura aplicada, como por exemplo, algumas substâncias responsáveis pelos aromas.

As quantidades médias de umidade expressas em g de água/100g de amostra, que foram determinadas nas frações comestíveis (polpa + casca) e sementes foram de $84,93 \pm 0,19$ e $61,29 \pm 0,71$, respectivamente (tabela 01). Apesar da literatura consultada não dispor de resultados do conteúdo de água das frações do fruto de jamelão, os valores encontrados nessa pesquisa estão coerentes com a média de água livre que existem na maioria das polpas de frutas, cujos valores podem variar entre 65% a 95% (CECCHI, 2003). Vallilo *et al* (2005) em estudo sobre os frutos de cambuci (*Campomanesia phaea*) encontraram valores que oscilaram entre $88,8 \pm 0,2$, enquanto na Tabela de composição química de alimentos (FRANCO, 2003) pode-se encontrar valores de 88,30 para pêra do campo (*Eugenia Klotzschiana*), 86,07 para goiaba (*Psidium guajava* L.), 87,85 para jabuticaba (*Myrciaria trunciflora* Berg.), 83,06 para kiwi (*Actinidia chinensis*), 90,47 para pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e 85,53 para uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.).

II. Sólidos Totais, Sólidos Solúveis e Sólidos Insolúveis

O teor de sólidos totais ou matéria seca é composto das matérias-primas alimentícias e das substâncias voláteis que se vaporizam a temperaturas inferiores ou iguais a 105°C, excluindo-se a água. Pode ser calculado a partir da diferença entre 100 e o percentual de umidade (CHAVEZ *et al*, 2004). Nos sólidos totais estão incluídos todos os constituintes orgânicos e minerais, como as proteínas, os lipídeos, os minerais, as fibras solúveis e insolúveis, os carboidratos, os ácidos orgânicos, as pró-vitaminas e as vitaminas. É uma porção importante utilizada no controle de qualidade de polpas e para definir os parâmetros de compra e venda, como é o caso do açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.), onde o mercado internacional definiu o teor de 14% de sólidos totais como o mais aceitável. Para maioria das polpas, os valores de sólidos totais são conhecidos, entretanto para a fração comestível e semente do jamelão não há relatos. Os resultados encontrados para essas frações, $15,07 \pm 0,19$ e $38,71 \pm 0,71$ respectivamente, podem ser inseridos no rol dos valores de sólidos totais para a maioria das polpas, como por exemplo, o fruto de licuri (*Syagrus coronata*) que contém 22,6 % (CREPALDI *et al*, 2001), Cambuci (*Campomanesia phaea*) 11,2 % (VALLILO *et al.*, 2005), Pêra do campo (*Eugenia klotzschiana*) 11,7% (VALLILO *et al.*, 2003), Jabuticaba (*Eugenia cauliflora* O. Berg) 12,15 % (LAJOLO, 2001), Pitanga (*Eugenia uniflora*, L.) 9,53% (LAJOLO, 2001), entre outras.

Os sólidos solúveis totais são determinados com a utilização de refratômetro e normalmente expresso em graus brix (°Brix). É utilizado para indicar o grau de maturação de alguns frutos, pois representa a quantidade de substâncias hidrossolúveis, sendo constituída em maior escala, por açúcares. Em estudo sobre o tema, Gomes *et al* (2002) indicaram que a doçura, sabor, cor e textura são indicativas da presença de açúcares solúveis, sendo os principais açúcares encontrados nos frutos, a glicose, frutose e sacarose, variando em proporções de acordo com a espécie e estágio de maturação. Por esse motivo, é muito utilizado para determinar o grau de maturação de frutas e hortaliças e definir o ponto ótimo de colheita dessas matérias-primas. Também é usado para auxiliar no controle de processos e na qualidade dos produtos finais, como polpas, sucos, néctares, xaropes, licóres, doces, leite

condensado, açúcar, entre outros (ALVES, 1996). Os teores médios de sólidos solúveis totais encontrados nas frações comestíveis e de sementes do fruto do jmelão (tabela 01) foram de $13,00 \pm 0,00$ e $5,3 \pm 0,02$ °Brix, respectivamente. Apesar de ser uma característica importante para polpas ou sucos e produtos derivados, na literatura pesquisada foi localizado somente o trabalho de Ferreira *et al* (2000), que descreveu valores da concentração de sólidos solúveis para a polpa do fruto de Jmelão. Esses valores oscilaram entre 8 a 15% para frutos com sementes, como é o caso do jmelão, 6 a 12% para frutos com caroço, 13 a 20% para as uvas (*Vitis vinifera* L.) e diversas espécies de laranja (*citrus cinensis*) com 3 a 13%. Awad (1993) refere que a concentração de açúcares na polpa da maioria dos frutos está próxima de 10%, com algumas frutas apresentando valores superiores, como é o caso da banana (*Musa sapientum*, L), manga (*Mangifera indica* L.), caqui (*Diospyros kaki* L.) e uva (*Vitis vinifera* L.), enquanto Soares *et al.* (2006) publicaram os resultados de uma pesquisa onde mostraram que o Cajá (*Spondias mombim* L.) continha $14,1 \pm 1,0$ % de solidos solúveis.

Os sólidos insolúveis totais são constituídos da camada cerosa que reveste a parte externa dos vegetais, dos constituintes da casca e/ou pele dos frutos e hortaliças, que são formados de celulose, algumas hemi-celuloses insolúveis e de lignina. Essa fração também é denominada de fibra insolúvel porque não é digerida pelo suco gástrico, mas é importante no bolo alimentar regulando o funcionamento do intestino. As frações comestíveis e de sementes de jmelão apresentaram teores de sólidos insolúveis de $2,07 \pm 0,19$ e $33,41 \pm 0,71$, respectivamente. Esses valores não puderam ser comparados com os da literatura em função da falta de dados, mas quando equiparados com outras polpas, como de amora-preta (*Rubus*, sp.) de 0,3 encontrado por Mota (2006), de banana (*Musa sapientum*, L), 2,5, encontrado por Jesus *et al* (2004) e no fruto do bacuri (*Platonia insignis* Mart.), de 1,31, encontrado por Carvalho *et al* (2003) são coerentes.

III. Lipídios totais e perfil de ácidos graxos

Os lipídeos ou extratos etéreos abrangem um número muito vasto de substâncias, podendo ser definidos genericamente como uma classe de compostos solúveis em solventes orgânicos (acetona, éter e clorofórmio) e insolúveis em água. São classificados em simples (os óleos e gorduras), compostos (fosfolipídeos, ceras, entre outros) e derivados (como os ácidos graxos e esteróis) (IAL, 2005).

Os lipídeos da dieta são essenciais para a digestão, absorção e transporte de vitaminas e fitoquímicos lipossolúveis, como carotenóides e licopenos. A fração lipídica deprime as secreções gástricas, torna mais lento o esvaziamento gástrico e estimula o fluxo biliar e pancreático, facilitando a digestão (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005). Entretanto, alguns estudos têm sugerido que além do estilo de vida, o consumo de dietas ricas em gorduras saturadas, colesterol, sal e consumo de bebida alcoólica, bem como o sedentarismo e o tabagismo contribuem para o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (LIMA *et al*, 2000).

As frações comestíveis e de sementes de jmelão apresentaram valores de lipídeos de $0,55 \pm 0,12$ e $0,21 \pm 0,02$, respectivamente. Com esses valores, tanto a polpa (fração comestível), como as sementes, são consideradas hipocalóricas, já que 1 g de lipídeo fornece aproximadamente 9 kcal (SHILS *et al*, 2003). Isso só deve ser considerado quando a maior fração dos lipídeos for de óleos e gorduras. Esses valores contribuem para o reduzido valor energético dessas porções, que poderiam ser incluídas nas dietas com restrições calóricas.

Embora sejam escassos dados sobre a concentração de lipídeos nessas porções, a Tabela de Composição Química de Alimentos (FRANCO, 2003) mostra que a polpa de jmelão contém 0,20 g de lipídeos/100 g de polpa. Esse valor é inferior aos achados no presente trabalho, diferenças que podem ser creditadas a metodologia empregada e a fração

do fruto utilizado, que na presente pesquisa foi a metodologia do Bligh & Dyer (1959) e a porção usada foi de polpa e casca.

Na tabela 03 estão apresentadas as concentrações médias dos ácidos graxos do óleo da fração comestível (polpa + cascas) e das sementes. O óleo da fração comestível contém 38,29% de ácidos graxos insaturados e 17,33% de saturados. A fração insaturada é constituída de $25,63 \pm 0,67$ % de ácido linoléico (C_{18:2}) e $12,66 \pm 2,00$ % de ácido oléico (C_{18:1}). Já na fração saturada predomina o ácido palmítico (C_{16:0}) com $9,48 \pm 0,30$ % e o Esteárico (C_{18:0}) com $3,26 \pm 0,00$ %.

Tabela 03 – Perfil de ácidos graxos das frações comestíveis e sementes de *Syzygium cumini* em termos percentuais.

Ácidos graxos	Fração comestível	Fração sementes
	Média ¹ ± dp	Média ¹ ± dp
Heptanóico (C7:0)	-	4,92 ± 0,42
Cáprico (C10:0)	-	4,97 ± 0,85
(C13:0)	4,59 ± 0,00	31,82 ± 1,61
Mirístico (C14:0)	-	16,90 ± 0,60
Palmítico (C16:0)	9,48 ± 0,30	4,63 ± 0,54
Palmitoléico (C16:1)	-	8,07 ± 0,79
Linoléico (C18:2 c)	25,63 ± 0,67	9,58 ± 0,95
Ácidos graxos saturados	17,33	63,26
Ácidos graxos insaturados	38,29	19,07

¹ Calculado com base nos valores extraídos dos cromatogramas que expressam os resultados da determinação de ácidos graxos da polpa estudada
d.p. = desvio padrão

Nos ácidos graxos saturados são observados comportamentos diferentes de acordo com suas estruturas. Fuentes (1998) indicou que os ácidos palmítico (C_{16:0}) e mirístico (C_{14:0}) elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) em maior proporção que o ácido esteárico (C_{18:0}). O ácido láurico (C_{12:0}) promove hipercolesterolemia, sendo em menor quantidade que os ácidos palmítico (C_{16:0}) e mirístico (C_{14:0}) (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005, SHILLS *et al.*, 2003).

Por outro lado, os ácidos graxos insaturados são de grande importância pelo seu papel farmacológico, pois participam de reações inflamatórias, estão relacionados a resistência imunológica, distúrbios metabólicos, processos trombóticos, doenças neoplásicas, são necessários para a estimulação do crescimento, manutenção da pele, crescimento capilar, regulação do metabolismo de colesterol, manutenção do desempenho reprodutivo, neurológico e imunológico (VALENZUELA, 2001) entre outros efeitos fisiológicos. O ácido linoléico (C_{18:2}), também conhecido como ácido graxo essencial ω 6 e o ácido oléico (C_{18:1}) ou ácido graxo essencial ω 9 são importantes para alimentação humana. O organismo humano não é capaz de sintetizar, como o ácido linoléico, composto inicial da série ômega-6 (GIL, 2002, COUTO, 1996). Os ômega-6, bem como os derivados de ácido linoléico exercem importante papel fisiológico, uma vez que participam da estrutura das membranas celulares, influenciando a viscosidade sanguínea, permeabilidade dos vasos, ação antiagregadora, pressão arterial, reação antiinflamatória e funções plaquetárias. Estimula processos imunológicos, é precursor de prostaglandinas e leucotrienos, além de estar relacionado com a diminuição de colesterol total e LDL (GALVÃO, 2000; TURATTI, 2000, GIL, 2002), enquanto que ácido oléico, presente em grande quantidade no azeite de oliva, vem sendo propagado como alimento saudável, também está presente no óleo da fração comestível do jamelão, em menor concentração, podendo ser um fator a mais para estimular a inclusão dessa polpa na dieta alimentar do brasileiro.

Na tabela 04 pode-se observar a comparação do perfil de ácidos graxos das frações de jamelão e dos óleos vegetais mais consumidos.

Tabela 04 – Perfil de ácidos graxos das frações comestíveis (FC) e sementes (S) de *Syzygium cumini* e dos óleos mais consumidos em termos percentuais.

Ácidos graxos	FC	FS	Óleo de Milho	Azeite	Óleo de Girassol
Heptanóico (C7:0)	-	4,92	-	-	-
Cáprico (C10:0)	-	4,97	-	-	-
(C13:0)	4,59	31,82	-	-	-
Mirístico (C14:0)	-	16,90	0,6	Traços	Traços
Palmítico (C16:0)	9,48	4,63	14,9	12,0	8,0
Palmitoléico (C16:1)	-	8,07	0,3	1,0	0,1
Estearíco (C18:0)	3,26	-	2,3	2,3	2,5
Oléico (C18:1 c)	12,66	-	30,0	72,0	13,0
Linoléico (C18:2 c)	25,63	9,52	50,0	11,0	75,0
Linolênico (C 18:3)	-	-	1,6	0,7	0,5
Araquidônico (C20:0)	-	-	0,3	0,4	0,2
Ácidos graxos saturados	17,33	63,26	18,1	14,7	10,7
Ácidos graxos insaturados	38,29	19,07	81,9	84,7	88,6

IV. Proteínas

As proteínas são polímeros de elevado peso molecular, composto de nitrogênio, carbono, oxigênio e algumas vezes, enxofre, fósforo, ferro e cobalto. Difere dos carboidratos e lipídeos pelo seu conteúdo de nitrogênio. É formada por complexos de aminoácidos, que podem estar ligados em formações peptídicas (WAITZBERG, 2004). Os aminoácidos apresentam na sua estrutura química um grupo carbono-carboxila e um grupo amina nitrogenada ligados a um carbono α central, além de um átomo de hidrogênio e um grupo funcional (grupo R), que é quem fornece sua identidade. Com exceção do grupo R, todos os outros componentes são idênticos em todos os aminoácidos. Ao se ligarem por ligações peptídicas formadas entre a carboxila OH de primeiro aminoácido e o nitrogênio do seguinte, formam uma longa cadeia de peptídeos, que são as proteínas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Após serem digeridas no lúmen intestinal, as proteínas são absorvidas e transportadas através da veia porta para o fígado, onde ocorre a desaminação dos aminoácidos (remoção de N) e transformação em carboidratos, que podem ser oxidados para serem convertidos em glicose pela via da gliconeogênese. Uma exceção são os aminoácidos de cadeia ramificada, que são metabolizados mais notavelmente nos músculos. Além disso, os aminoácidos absorvidos podem entrar no *pool* de aminoácidos direcionados para síntese de todas as proteínas, onde suas concentrações são controladas pelas regulações homeostáticas, cuidando da disponibilidade de cada aminoácido, ou até de outros compostos que contém nitrogênio. Então passam para a circulação sistêmica e são levados para diferentes tecidos (SHILS *et al.*, 2003).

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 Jamelão não foi diferente, já que os valores encontrados foram de $1,86 \pm 0,26\%$ de proteína bruta, muito inferior a concentração de proteína que existe em carnes, leite, queijos, etc. Quando esse valor foi comparado com os de outras frutas e hortaliças, foram considerados superiores aos encontrados por Franco (2003) e corresponderam a valores de duas a três vezes maiores que os encontrados em frutos da

mesma família, como a jabuticaba (*Eugenia cauliflora* O. Berg) 0,54% (LAJOLO, 2001) e o jambo (*Eugenia jambosa* L.) 0,80% (tabela 02), gabioba (*Campomanesia adamantium*) 1,6 % (VALLILO et al, 2006), Cambuci (*Camponosea phaea*) 0,44% (VALLILO et al, 2003), kiwi (*Actinidia chinensis*) 1,16 % (FRANCO, 2003), pitanga (*Eugenia uniflora*) 0,76 % (LAJOLO, 2001). Em função dessas comparações e considerados os altos teores de proteína dessa fração (polpa + cascas), a mesma deveria ser considerada com vista a sua inclusão na dieta alimentar do brasileiro.

No jamelão os valores encontrados para a fração de sementes foram de $1,99 \pm 0,13\%$ que pode ser considerada uma fração hipoprotéica. Esse valor quando comparado com os achados na literatura comprova a superioridade protéica das sementes em relação a polpa, como por exemplo os teores da proteína das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude que contém 3,17 (VALLILO et al, 2004).

V. Carboidratos totais

Através das características químicas de cada tipo de carboidrato é possível compreender as diversidades, as propriedades fisiológicas e os potenciais benefícios à saúde dessas substâncias no suprimento alimentar do homem (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005). Podem ser classificados como simples, monossacarídeos e os dissacarídeos ou complexos, incluindo-se o amido vegetal, o glicogênio animal, a pectina, a goma e a celulose, ou ainda de acordo com a quantidade de monossacarídeos presentes em sua molécula. Os monossacarídeos são constituídos de uma unidade simples de glicose, de frutose ou de galactose. Os dissacarídeos são formados de monossacarídeos, como por exemplo, a sacarose (glicose-frutose), a maltose (glicose-glicose) e a lactose (glicose-galactose). Os oligossacarídeos fornecem de 2 a 10 monossacarídeos e os polissacarídeos resultam em mais de 10 monossacarídeos (SHILS et al., 2003).

Existem grandes variedades de fontes potenciais de carboidratos, mas apenas pequena parte é utilizada na indústria alimentícia e tem valor comercial. Quantidade semelhante apresenta importante valor metabólico, sendo o nutriente essencial para o homem (SHILS et al., 2003). Além de responderem por 50 a 70% da energia derivada da dieta humana normal, os carboidratos também são utilizados para a síntese de componentes celulares, depósitos de energia química e elementos estruturais de células e tecidos, como fonte de carbono (WAITZBERG, 2004). Dos carboidratos ingeridos, cerca de 60% está na forma de polissacarídeos, principalmente amido, enquanto que os dissacarídeos sacarose e lactose representam 30 e 10%, respectivamente (SHILS et al., 2003).

Nos países desenvolvidos cerca de 25% da ingestão calórica média anual corresponde ao consumo de sacarose mais frutose, podendo gerar aumento na incidência de cáries, de hiperlipidemia, da resistência insulínica, da hipertensão e lesões teciduais semelhantes às que ocorrem em pacientes com diabetes, embora esta relação não esteja totalmente elucidada (SHAFRIR, 1991).

Além de sua função como fonte de energia, os carboidratos têm também uma função poupadora de proteínas. Uma quantidade suficiente de carboidratos impede que as proteínas corpóreas sejam utilizadas para a produção de energia, mantendo-as em sua função de construção de tecidos. Uma quantidade adequada de carboidratos impede a formação excessiva de cetonas, produtos intermediários do metabolismo das gorduras, que normalmente são formadas em pequenas quantidades durante a oxidação lipídica, caso não haja glicose disponível para utilização pelas células (WAITZBERG, 2004).

Ferreira et al. (2000) mencionaram que entre os carboidratos se encontram em primeiro lugar os açúcares, que podem ser considerados como as principais substâncias das

frutas. Segundo Silva (2005), a composição físico-química dos frutos durante a maturação está intrinsecamente relacionada com o ponto de colheita.

Os frutos carnosos têm como característica comum sua riqueza em açúcares e acidez relativamente elevada (OLIVEIRA *et al.*, 1999). José *et al.* (1996) verificaram que os valores referentes aos teores de açúcares redutores e totais crescem gradualmente e observaram uma pequena queda durante a maturação fisiológica em estudos com mangas. No entanto, os açúcares não-redutores permanecem mais ou menos constantes durante o amadurecimento.

Os valores de açúcares redutores e não redutores encontrados na fração comestível do Jamelão e das sementes são mostrados na tabela 05. O teor de glicose e frutose, expressos em g do açúcar redutor correspondente/100 g da fração comestível do jamelão foram $5,05 \pm 0,009$ g de glicose e $4,92 \pm 0,11$ g de frutose. A concentração de dissacarídeos achados nessa fração foi de $0,79 \pm 0,85$ g de sacarose/100 g de amostra. Esses valores são bastante interessantes quando relacionados com o sabor adocicado da fração comestível que, provavelmente, pode ser atribuído a concentração de frutose presente, esse açúcar é 170 vezes mais doce do que a sacarose e muito mais doce que a glicose (<http://www.qmc.ufsc.br>, acessado em 20/02/2008). Se for considerada a concentração total de açúcares redutores, ou seja, o somatório da concentração de glicose e frutose, esse valor seria de $9,97 \pm 0,10$ g de monossacarídeos/100 g da fração comestível e de açúcares não redutores, expressos em g de glicose/100 g dessa fração, esse teor seria de $0,79 \pm 0,85$.

Outros trabalhos mostraram essa relação, ou seja, maiores concentrações de açúcares redutores do que não redutores em polpas de frutas, como o desenvolvido por Ferreira *et al.* (2000) onde o valor médio do teor de açúcares redutores na polpa *in natura* de umbu maduro foi de 3,60% de glicose e de não-redutores foi de 2,52% de sacarose. Almeida (1999) determinou o conteúdo total de açúcares redutores e totais dos umbus semi-maduros e maduros e encontrou um teor médio de 4,45 e 3,64%; 8,37 e 7,44%, e açúcares não redutores 3,92 e 3,8% de sacarose, respectivamente.

Nas sementes a concentração de glicose foi de $1,98 \pm 0,81$ e de frutose foi de $1,91 \pm 0,99$, enquanto que a concentração de sacarose foi de $0,14 \pm 0,08$. Também se for considerada a concentração total de açúcares redutores, ou seja o somatório da concentração de glicose e frutose, esse valor seria de $3,89 \pm 1,80$ g de monossacarídeos e de $0,14 \pm 0,08$ g de açúcares não redutores/100 da fração comestível. Também essa mesma relação foi descoberta nas sementes, ou seja, a concentração de açúcares redutores na biomassa de sementes foi maior que a concentração de açúcares não redutores.

Tabela 05: Teores de carboidratos das frações comestíveis e sementes de jamelão em g / 100 g de amostra.

Análise	Fração comestível (Média \pm d.p)	Fração sementes (Média \pm d.p)
Glicose	$5,05 \pm 0,009$	$1,98 \pm 0,81$
Frutose	$4,92 \pm 0,11$	$1,91 \pm 0,99$
Sacarose	$0,79 \pm 0,85$	$0,14 \pm 0,08$
Amido	$0,03 \pm 0,002$	$0,16 \pm 0,004$
Fibras solúveis	$0,27 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,05$
Fibras insolúveis	$0,62 \pm 0,07$	$2,72 \pm 0,14$
Carboidratos totais	11,68	8,33

d.p. = desvio padrão

a) Amido

O amido é um homopolissacarídeo neutro formado por uma fração de amilose (15-20%), que possui moléculas de α -D-glicose ligadas linearmente (1-4) e uma fração de

amilopectina (80-85%), uma forma altamente ramificada contendo tanto ligações 1-4 como ligações 1-6 (BOBBIO, 2003). Para serem utilizados metabolicamente, os polissacarídeos dietéticos, como amido e glicogênio, têm que ser degradados até as suas unidades básicas, os monossacarídeos constituintes. Esta degradação é iniciada pela ação da enzima α -amilase secretada pelas glândulas salivares e pelo pâncreas, dando origem a grandes oligossacarídeos (dextrinas com terminação alfa) e completada pela barreira das dissacaridases secretadas pela membrana da borda em escova, dos enterócitos maduros que cobrem as vilosidades do intestino delgado (FREITAS, 2002).

As concentrações de amido existente nas frações comestíveis (polpa + cascas) e de sementes são apresentados na tabelas 05. As sementes contêm em média $0,16 \pm 0,004$ g de amido/100 g de sementes, cerca de 5 vezes mais que a parte comestível do Jamelão. Essa fração contém $0,03 \pm 0,002$ g de amido/100 g de polpa + casca, permitindo que a polpa, em função desses valores, seja incluída na categoria de alimentos hipocalóricos, que podem ser inseridas nas dietas de portadores de obesidade, diabéticos, hipercolesterolêmicos entre outros.

b) Fibras alimentares

Os principais componentes das fibras alimentares são derivados das paredes celulares dos vegetais da dieta e compreendem a celulose, hemicelulose, substâncias pectínicas e hidrocolóides – gomas e mucilagens. Outros componentes considerados como fibra alimentar são a lignina (componente não-carboidrato das paredes celulares), o amido e os oligossacarídeos resistentes (FAO, 1997; WHO, 2002; AACC, 2001). Muitos trabalhos mostraram os efeitos benéficos dessas frações na regulação da função entérica. São divididas em duas frações: solúvel com efeitos principalmente na absorção de glicose e lipídeos no intestino delgado; e a insolúvel, vagarosa e incompletamente fermentada e com efeitos mais pronunciados no intestino grosso (FAO, 1997. WHO, 2002. AACC, 2001).

A celulose é a maior componente estrutural das paredes celulares das plantas, sendo caracterizada por ser uma cadeia linear de milhares de unidades de glicose com ligações glicosídicas β -D-(1-4). Não é digerida pelas enzimas humanas e nem pelo suco gástrico. A hemicelulose pode estar presente sob a forma solúvel e insolúvel e inclui polissacarídeos lineares e ramificados, contendo pentoses e hexoses (FAO, 1997; JENKINS *et al*, 2002; ANDERSON *et al*, 1990).

Em relação à fibra solúvel, sua capacidade de ligar-se à água e formar compostos de alta viscosidade lhe confere efeitos fisiológicos peculiares. Os polissacarídeos hidrofílicos se combinam com a água para formar material gelatinoso. A hidratação da fibra ocorre pela adsorção à sua superfície ou pela incorporação ao interstício macromolecular. Sabe-se que possui grandes atuações sobre as funções gastrointestinais. Elas modulam e reduzem a taxa de digestão e absorção por vários mecanismos, como a alteração do esvaziamento gástrico, retardando-o e aumentando a saciedade; redução da absorção de nutrientes (como glicídeos e lipídeos), devido à formação de uma camada gelatinosa na mucosa intestinal, que altera a difusão e absorção de nutrientes, devido à hidratação das fibras, o que resulta numa maior viscosidade do conteúdo do intestino delgado e tem efeitos críticos sobre a absorção de nutrientes, fazendo com que regule a resposta metabólica à carga de nutrientes; auxílio na redução da formação de micelas, necessárias para a hidrólise lipídica, onde há uma interferência com a solubilidade micelar de lipídeos pela ligação a ácidos biliares e que diminui a absorção de colesterol dietético e lipídeos, ou possivelmente altera a taxa e sítio de absorção; alteração na ação de enzimas digestivas e hormônios gastrointestinais e pancreáticos; redução de respostas glicêmicas às refeições (pós-prandial); alteração na estrutura da mucosa intestinal, causando uma rarefação das vilosidades, o que causa uma

diminuição da superfície de absorção. Há também alteração do metabolismo de glicose, retardando a insulina sérica de jejum e a resposta de insulina periférica à administração oral de glicose, aumenta o número de receptores de insulina sobre os monócitos circulantes, e aumenta em duas vezes a sensibilidade periférica de insulina. Visto que a insulina estimula a síntese de colesterol, a absorção de carboidratos reduzida poderia estar relacionada à menor síntese deste elemento.

Fibras solúveis também reduzem seletivamente concentrações séricas de LDL colesterol, que é aterogênico, e aumenta a lipoproteína de alta densidade (HDL, que é protetora), além de aumentarem a excreção de ácidos biliares fecais, reduzindo colesterol plasmático. Pela sua capacidade de ligação a minerais e eletrólitos, há um aumento da excreção fecal desses elementos. De uma maneira geral, há uma diminuição da disponibilidade total de nutrientes devido ao efeito dos dois tipos de fibras. As fibras solúveis são indicadas como hipocolesterolemiantes, devido à sua capacidade de adsorção, o que já é uma importante justificativa para seu uso, uma vez que cresce a cada dia o número de pessoas com níveis de colesterol sérico muito elevados. Vegetarianos ingerindo dietas ricas em fibras têm menor colesterol plasmático total e LDL colesterol, assim como maior HDL colesterol, do que os outros indivíduos. Seu uso seria recomendável não só para este caso, como também para indivíduos obesos, cardiopatas, diabéticos e outras disfunções orgânicas.

Vários estudos têm mostrado que dietas com alto teor de fibras reduzem o colesterol total e o LDL em pessoas diabéticas e não diabéticas (ANDERSON *et al* 1990). Estudos com pessoas diabéticas que apresentaram um alto consumo de fibras em suas dietas indicaram seu papel no controle glicêmico pela redução da absorção de carboidratos (JENKINS *et al*, 1976). Parece que o nível de absorção de glicose é significativamente menor na presença de grandes quantidades de fibras solúveis como a goma guar (UUSITUPA *et al*, 1989). Estudos com pacientes diabéticos tipo 2 demonstraram que dietas contendo alimentos com alto teor de fibras, fornecendo 50g de fibra por dia (25g de fibra solúvel e 25g de fibra insolúvel) durante 6 semanas diminuem a hiperglicemia pós-prandial, a hiperinsulinemia, e reduzem o colesterol total e triglicerídeos no plasma (CHANDALIA *et al*, 2000). Dietas com alto teor de fibras (50g por dia) podem melhorar o controle glicêmico, mas grandes mudanças nos hábitos alimentares são necessárias para alcançar esse nível de consumo (SHEARD & CLARK, 2000).

As frações comestíveis (polpa + casca) e de sementes contém $0,89 \pm 0,04$ e $2,93 \pm 0,04$ gramas de fibras, respectivamente. Esses valores podem contribuir para explicar os efeitos benéficos de algumas pesquisas relacionados com a hiperglicemia e a hipercolesterolemia, em função das concentrações de fibras solúveis, que na fração comestível os valores encontrados foram de $0,27 \pm 0,04$ e $0,62 \pm 0,07$, respectivamente. Nas sementes esses valores foram de $0,21 \pm 0,05$ % para a fração solúvel e $2,72 \pm 0,14$ % para a insolúvel. Apesar de reduzidos valores, deve ser lembrado que essas frações foram determinadas nas amostras *in natura*, conseqüentemente, com alta concentração de água. Quando desidratadas, esses valores sofreriam incremento considerado e poderiam ser usadas nas doses recomendadas pela FAO ou para elaboração de produtos ricos em fibra.

Informações sobre a composição das fibras das plantas mostram variação com as espécies, cultivar, maturidade, origem e parte utilizada. Os conteúdos de celulose e lignina na maioria das frutas se concentram nas cascas e sementes, geralmente aumentam significativamente com a maturidade da planta. Já as frações solúveis, como as pectinas, em algumas frutas se encontram em maior quantidade na polpa, em outras na casca.

Além do surgimento de vários produtos industrializados com concentrações elevadas de fibras insolúveis e solúveis, foi estimulado o consumo de frutas e hortaliças integrais e/ou produtos derivados, já que as cascas desses vegetais são constituídas de celulosas, hemicelulosas e lignina e, algumas ainda contêm frações consideráveis de pectina.

Muitas pesquisas sobre outras frutas ricas em fibras, que podem ser utilizadas como coadjuvantes no tratamento e prevenção de diversas doenças crônicas, como o *diabetes mellitus* já estão sendo realizadas. Entre elas está o Jamelão, uma das plantas mais utilizadas para o controle do DM pelo sistema tradicional da medicina da Índia, a Ayuverdica (PRINCE *et al.*, 1998), onde as cascas, os frutos, as sementes e as folhas dessa planta são freqüentemente utilizadas no tratamento do DM e administradas na forma de diferentes preparados como extrato aquoso ou de cocção, extrato etanólico ou o suco da planta crua (PEPATO *et al.*, 2001).

A crescente substituição dos alimentos *in natura* com alto teor de fibras, vitaminas e minerais, por produtos industrializados (BARRETO & CYRILLO, 2001), associada a um estilo de vida sedentário, favorecido por mudanças na estrutura de trabalho e avanços tecnológicos (POPKIN, 1999), compõem um dos principais fatores etiológicos da obesidade.

Apesar do reconhecido papel das fibras na prevenção e controle de doenças, ainda é baixo seu consumo pela população. Mattos & Martins (2000), em estudo realizado no Município de Cotia - São Paulo verificaram um consumo médio diário de 24g de fibras totais (17g de fibras insolúveis e 7g de fibras solúveis), observando também diferenças de consumo entre homens e mulheres, respectivamente 20 e 29g/dia. O principal motivo apontado para esse baixo consumo foi a presença de alimentos com baixo teor de fibras na dieta habitual e a diminuição do consumo de alimentos como o feijão – alimento com alto teor de fibras, antes habitualmente consumido pela população brasileira.

TURANO *et al* (1996) observaram também a ingestão média diária de 25 a 30g de fibra alimentar total em uma população adulta e sadia, destas 4 a 6g eram de celulose, 4 a 6g de hemicelulose, 2 a 4g de lignina, 5 a 10g de pectina total, 0,7 a 1,6g de pectina solúvel e 4 a 6g de protopectina. Os dados do inquérito alimentar publicados em 1991 pelo IBGE, também foram analisados por TURANO *et al* (1996) que encontraram resultados semelhantes de 24,21g de fibra total/dia (5,05g de celulose, 5,25g de hemicelulose, 2,14g de lignina, 9,46g de pectina total, 0,65g de pectina solúvel e 4,49g de protopectina).

Estudos com pacientes diabéticos tipo 2 demonstraram que dietas contendo alimentos com alto teor de fibras, fornecendo 50g de fibra por dia (25g de fibra solúvel e 25g de fibra insolúvel) podem melhorar o controle glicêmico, mas grandes mudanças nos hábitos alimentares são necessárias para alcançar este nível de consumo (SHEARD & CLARK, 2000; CHANDALIA *et al.*, 2000). Levando-se em consideração que o consumo médio diário é de 24g de fibras totais, a indicação do uso adicional de fibras na forma de suplementos ou de alimentos previamente adicionados de fibras durante sua produção torna-se inevitável. O objetivo deve ser elevar o consumo diário de fibra alimentar (solúvel e/ou insolúvel) na população, principalmente entre pacientes portadores de doenças crônicas como diabetes mellitus.

4.2. Características físicas, químicas e físico-químicas

Os valores de pH, acidez, sólidos solúveis totais encontrados nas frações comestíveis e sementes de jamelão estão na tabela 06.

Tabela 06: Valores médios de pH e acidez total para as frações comestíveis e sementes de Jamelão em 100 g de amostra.

Análise	Fração comestível (Média \pm d.p)	Fração sementes (Média \pm d.p)
pH	3,90 \pm 0,01	4,56 \pm 0,00
Acidez Total	0,97 \pm 0,07	0,01 \pm 0,00
Sólidos Solúveis	13° Brix	5,3° Brix
Relação brix/acidez	13,35 \pm 1,11	379,28 \pm 0,80

I. pH

Vários fatores tornam importante a determinação do pH de um alimento, tais como influência na palatabilidade, desenvolvimento de microorganismos, escolha da temperatura de esterilização, escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do equipamento para o processamento, escolha de aditivos e vários outros (CHAVES, 1993). Chitarra & Chitarra (1990) citaram que a capacidade reguladora de alguns sucos pode levar a grande variação na acidez titulável, sem que isto afete grandemente o pH. Pequena variação nos valores do pH é facilmente detectável em testes organolépticos.

Os valores de pH encontrados na fração comestíveis de jamelão (3,90 \pm 0,01) (tabela 07) podem sugerir a sua inclusão no rol dos alimentos ácidos, ou seja aqueles com pH < 4,5 (STUMBO, 1974). É uma característica importante a ser considerada nos processos de conservação através do uso de calor ou pela utilização de conservantes químicos.

Apesar da falta de informações da literatura consultada, os valores médios de pH achados para a fração comestível do jamelão estão próximos das médias encontradas por Mota (2006) para diferentes variedades de amora preta, cujos valores oscilaram entre 3,23 e 3,41.

II. Acidez

A acidez total titulável representa o somatório das concentrações dos ácidos presentes na amostra. É um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente um processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera a concentração dos íons de hidrogênio (IAL, 2005) e por conseqüência sua acidez em função do incremento na concentração de ácidos orgânicos, produtos gerados do metabolismo respiratório dos frutos. São importantes do ponto de vista do sabor e odor do produto e responsáveis pelo sabor agri da polpa.

A acidez encontrada no fruto de jamelão foi de 0,97 \pm 0,07 para a fração comestível e 0,01 \pm 0,00 para as sementes. Na literatura consultada não foram encontrados dados para essa espécie vegetal, mas é possível afirmar que esse valor de acidez permite o uso dessa matéria-prima para produção de produtos derivados sem a necessidade de adição de ácidos para ajuste do sabor.

III. Sólidos solúveis (°Brix)

Sólidos solúveis, medidos por refratometria, são usados como índice dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias, tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas. Vale ressaltar que o teor de sólidos solúveis pode variar com a quantidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade, solo, etc, além, é claro, há que se considerar que durante o processamento, alguns produtores adicionam água para facilitar o processamento, levando à condição de abaixamento do teor de sólidos solúveis no produto final. As amostras

de jamelão apresentaram médias de $13,00 \pm 0,00$ para polpa e casca e $5,3 \pm 0,00$ para as sementes (tabela 06).

A relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável propicia uma boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO, 2003). Essa relação é adotada por muitos produtores para determinar o ponto ótimo de maturação de frutos, no momento da colheita (CHEFTEL, 1989). A razão entre os sólidos solúveis e a acidez do produto é importante para indicar o grau de doçura que apresenta a polpa, sendo também bastante utilizada na indústria de sucos para a obtenção de uma melhor qualidade dos mesmos (CHEFTEL, 1989). As relações brix/acidez total titulável das amostras de jamelão apresentaram médias de $13,35 \pm 1,11$ para polpa e casca e $379,28 \pm 0,80$ para as sementes (tabela 06).

IV. Minerais totais e perfil de minerais

O corpo humano apresenta em sua composição elementar 96% de sua parte sólida composta por moléculas de hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio, que constituem as proteínas, glicídios, lipídios e água. Os 4% restantes correspondem os elementos minerais, sendo 2,5% representados pelo cálcio e fósforo e, o restante é composto por potássio, sódio, manganês, magnésio, cloro, enxofre, zinco, flúor, cobre e outros minerais (FRANCO, 2003).

Em condições normais, o organismo humano excreta diariamente cerca de 20 a 30 g de minerais que necessitam de reposição imediata por meio da alimentação, para a regulação do equilíbrio orgânico (FRANCO, 2003).

Entre os minerais considerados essenciais estão cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre, chamados macrominerais, necessários em quantidades de 100mg/dia ou mais e os microminerais, necessários na faixa de 100µg/dia, quantidades menores porém essenciais para o ótimo crescimento, saúde e desenvolvimento. São chamados elementos ultra- traços, quando a necessidades dietéticas estimadas geralmente são abaixo de 1µg/g (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). WHO (1996) classifica os elementos traços em função da sua significância nutricional em humanos como elementos essenciais (I, Zn, Se, Cu, Mo, Cr, Fe e Co), elementos provavelmente essenciais (Mn, Si, Ni, B e V) e elementos potencialmente tóxicos, muito embora alguns deles possam apresentar algumas funções essenciais em níveis baixos de concentração (F, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li e Sn).

Os valores da composição de minerais encontrados nas frações do jamelão estão descritos na tabela 07.

Tabela 07 – Comparação do perfil de minerais das frações comestíveis e sementes de jamelão com as recomendações nutricionais (NRC, 1989), para homens/mulheres, respectivamente, de 25-50 anos.

Minerais	Média da fração comestível (mg/100g amostra)	Média da fração sementes (mg/100g amostra)	RDA ¹	Necessidades atendidas
Macrominerais				
Potássio (K)	1907,80	977,00	-	-
Cálcio (Ca)	125,30	54,60	800/800mg/dia	15,66 / 6,82%
Sódio (Na)	3,20	0,60	-	-
Magnésio (Mg)	211,40	154,00	350/280 mg/dia	75,50 / 55,00%

Microminerais				
Ferro (Fe)	4,50	1,30	10/15 mg/dia	45 / 13%
Cobre (Cu)	1,15	0,53	1,5-3,0µg/dia	100 %
Zinco (Zn)	1,60	0,83	15/12mg/dia	13,33 / 6,91%
Cromo (Cr)	0,05	0,03	50-200 µg/dia	100%
Manganês (Mn)	1,05	0,46	2-5mg/dia	52,5 / 23,0%
Selênio (Se)	< 0,04	< 0,04	70/55µg/dia	80 / 80%
Ultra-traço				
Iodo (I)	7,47	7,47	150/150µg/dia	100%
Alumínio (Al)	1,10	0,18	-	-
Rubídio (Rb)	2,94	1,87	-	-
Estrôncio (Sr)	1,11	0,32	-	-
Níquel (Ni)	0,10	0,04	-	-
Titânio (Ti)	0,29	0,29	-	-
Césio (Cs)	0,02	0,02	-	-
Lítio (Li)	0,03	< 0,01	-	-
Chumbo (Pb)	3,98	0,72	-	-
Boro (B)	0,38	0,17	-	-
Bário (Ba)	1,83	0,51	-	-

a) Macrominerais

O Cálcio é o macroelemento mais abundante no organismo, atingindo 1,5 a 2,0% do peso corpóreo, em maior percentual no tecido ósseo e dentes (99%) e o restante no sangue e tecidos moles (FRANCO, 2003).

A função principal do cálcio é a formação dos ossos e dentes, tendo seu equilíbrio no esqueleto realizado pelos osteoblastos, que formam novas matrizes ósseas nas quais o fosfato de cálcio é depositado continuamente e os osteoclastos, que retiram o cálcio dos ossos para o sangue, quando necessário. Além disso, participam da conformação das proteínas-chave biológicas ativando suas propriedades catalíticas e mecânicas e com isso, regulam suas funções no organismo. Também estão envolvidos com o movimento celular e contração muscular até a transmissão nervosa, secreção glandular e divisão celular, participando direta ou indiretamente (LERNER *et al.*, 2000).

Sua deficiência pode causar raquitismo nas crianças e osteoporose nos adultos, sendo evidenciado por Vannucchi *et al.* (1990) como um problema potencial na saúde pública no Brasil.

A concentração de cálcio encontrada na fração comestível, 125,30mg/100 g amostra do jamelão corresponde a 15,66% do valor diário recomendado (RDA). Esses valores são superiores aos encontrados por Vallilo *et al.* (2005) no cambuci, mas estão próximos aos encontrados por Philipp (2001) na jabuticaba e na pitanga, que foram de 130 e 90 mg/100 g, respectivamente e ao valor encontrado por Vallilo *et al.* (2006) na gabirola, que foi de 165,0 ± 1,0.

Já os valores encontrados nas sementes do jamelão, 54,60 mg/100 g da amostra correspondem a aproximadamente 7% das recomendações diárias (RDA) e são superiores aos valores encontrados no cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), de 8,26 ± 2,97 (SILVA FILHO *et al.*, 2005).

O Sódio é encontrado em maior teor no líquido extracelular e, junto com o potássio, mantém a pressão osmótica do sangue, plasma, fluidos intercelulares, além da manutenção do equilíbrio hídrico no organismo. Atua na transmissão dos impulsos nervosos e relaxamento muscular, sendo importante para a manutenção do equilíbrio ácido básico (FRANCO, 2003).

Está amplamente distribuído na dieta e, seu consumo em excesso se correlaciona com o desenvolvimento de osteoporose e hipertensão, um problema de saúde que leva a outros mais sérios, como falhas no funcionamento do coração e dos rins (HADDY & PAMMANI, 1995). É uma doença altamente prevalente, que atinge cerca de 15 a 20% da população adulta com mais de 18 anos, chegando a índices de 50% das pessoas idosas no Brasil (MION *et al.*, 2001). Entretanto, ela não é uma manifestação exclusiva de adultos, pois aproximadamente 1 a 2% de crianças e adolescentes também podem apresentar hipertensão (KATER & COSTA-SANTOS, 2001).

O consumo de frutas, verduras e hortaliças têm sido apontados como responsáveis pela redução de hipertensão em outros setores da população, mesmo em presença de elevados níveis de sódio (MCCARRON, 1998).

Os valores de sódio encontrados nas frações do jamelão foram de 3,20 e 0,60 para fração comestível e sementes, respectivamente, estando bem abaixo dos descritos por Franco (2003) para Kiwi (50mg/100g) e pitanga (30mg/100g).

Já o Potássio é cerca de duas vezes mais abundante que o sódio no organismo, mantendo o equilíbrio energético com os íons sódio, sendo necessária uma pequena quantidade no líquido extracelular para metabolismo muscular (FRANCO, 2003).

O fato desse mineral estar amplamente distribuídos na dieta, como o sódio, quadros de deficiência, em geral, não ocorrem em indivíduos saudáveis, no entanto pode ocorrer em populações que tem um consumo reduzido de frutas e hortaliças e a ingestão insuficiente deste mineral tem sido associada a hipertensão e osteoporose (HADDY & PAMMANI, 1995).

Sua deficiência pode causar vômitos, distensão abdominal, íleo paralítico, redução ou ausência de reflexos, parestesia, dispnéia, polidipsia, hipotensão, dilatação cardíaca, arritmia e coma (FRANCO, 2003).

As concentrações de potássio encontradas no jamelão foram de 1907,80mg/100g na fração comestível e 977,0 nas sementes.

O magnésio tem importante função na síntese de ácidos graxos e proteínas, a fosforilação da glicose e seus derivados na via glicolítica e as reações da transcetolase. Também desempenha papel na transmissão e atividade neuromuscular (WAITZBERG, 2002).

São boas fontes as sementes, nozes, leguminosas e cereais integrais, assim como hortaliças de folhas escuras, onde ele é constituinte essencial da clorofila. As altas ingestões de cálcio, proteína, vitamina D e álcool, bem como o estresse físico ou psicológico, aumentam a necessidade deste mineral. Apesar de rara, a deficiência grave de magnésio pode se manifestar com tremor, espasmo muscular, mudanças de personalidade, anorexia, náuseas e vômito e em alguns casos convulsões e coma. Já a depleção moderada é aparentemente prevalente em idosos de populações ocidentais e tem sido sugerido que este estado pode contribuir para o aparecimento de várias doenças crônicas como disritmias, isquemia do miocárdio (SHILLS *et al.*, 2003).

Os valores encontrados no jamelão foram de 211,40 mg/100g na polpa + casca e 154,0mg/100g nas sementes, correspondendo a 75,5% e 55% da RDA, respectivamente.

b) Microminerais

A absorção do ferro no organismo depende de vários fatores como dos estoques corporais, do conteúdo fornecido pela dieta e da fonte alimentar, além de receber influência dos outros alimentos ingeridos na mesma refeição (MARTINEZ *et al.*, 1999). O ferro presente nos alimentos existe como ferro heme, encontrado na hemoglobina e na mioglobina e como ferro não heme. O ferro heme (5 a 10% de ferro da dieta) pode ter até 25% de absorção, enquanto o ferro não heme, só 5%, porém este percentual pode ser aumentado com a ingestão concomitante de Vitamina C (COUTINHO, 1981).

A falta de ferro é a mais importante deficiência nutricional do mundo, e se a anemia é usada como um indicador de insuficiência de ferro estima-se que 30% a 60% das mulheres e crianças de países em desenvolvimento sejam carentes deste mineral (NOGUEIRA *et al.*, 1998). O mesmo é afirmado por Baker (1978), para quem a deficiência de ferro é a causa mais comum da anemia nutricional do homem. Ela pode ser agravada por uma dieta desbalanceada com insuficiência de ferro, proteína, folato, vitaminas B₁₂, B₆ e C.

As concentrações desse mineral nas frações do jamelão foram de 4,5mg/100g de fração comestível e 1,3mg/100g de sementes, correspondendo a 45% e 13% da RDA, respectivamente.

O cobre na sua forma solúvel é absorvido entre 40 e 60% do total ingerido. Já o zinco é absorvido entre 60 a 70% e depois de liberado dos alimentos, ele forma complexos com ligantes endógenos e exógenos, como histidina, ácido cítrico e ácido picolínico (FRANCO, 2003). A existência de quelados dos elementos traços permite uma eficiência de absorção destes elementos de até 100%. Daí a importância do conhecimento da forma química desses elementos. Ele é essencial para definir a biodisponibilidade (SANDSTORM, 2001) A biodisponibilidade do cobre está comprometida com o excesso de vitamina C e de zinco, ambos reduzem o processo de absorção do cobre (COZZOLINO, 1997).

O cobre é essencial em diversas funções como mobilização de ferro para síntese de hemoglobina, além de ser componente de várias enzimas (citocromo C-oxidase, superóxido desmutase, monoamino-oxidase) (FRANCO, 2003). Sua deficiência provoca anemia, leucopenia, neutropenia, hiperuricemia, retardo no crescimento; enquanto a sua toxicidade provoca diarreia, náuseas, vômitos, cirrose, anemia e bronquite (WAITZBERG, 2002). São fontes deste mineral mariscos, vísceras, carnes de músculos, chocolate, nozes, grãos de cereais, leguminosas e frutas. (SHILLS *et al.*, 2003). Foram encontrados 1,15mg/100g e 0,53 mg/100g de cobre nas frações comestíveis e sementes, respectivamente, estando ambas acima dos valores diários recomendados (RDA).

O zinco, co-fator de mais de 100 enzimas, também participa de diversos processos metabólicos, como crescimento e multiplicação celular, cicatrização e funcionamento dos macrófagos e linfócitos (SANDSTEAD, 1998), mas também atua na mobilização hepática da vitamina A e maturação sexual (FRANCO, 1995). Ele é armazenado principalmente no fígado e excretado através da urina. Sua deficiência causa retardo no crescimento, falta de apetite, lesões cutâneas e alterações de comportamento, enquanto a sua toxicidade provoca náuseas, cefaléia e deficiência de cobre (WAITZBERG, 2002). Carnes, peixes, aves, leites e seus derivados fornecem 80% do zinco total da dieta. Muito embora mariscos, fígado, cereais de grãos integrais, feijões secos e nozes sejam boas fontes (SHILLS *et al.*, 2003). No jamelão foram encontrados 1,6 e 0,83mg/100g de amostra de polpa + casca e sementes, respectivamente, correspondendo a 13,33% e 6,91% da RDA.

O selênio é um oligoelemento essencial à saúde. Segundo alguns relatos, ele parece aumentar a resistência imunológica e prevenir infecções, além de se mostrar um importante antioxidante (WAITZBERG, 2002). No caso de doenças crônicas como a aterosclerose, câncer, artrite, cirrose e efisema, há fortes indícios de que ele atue como elemento protetor, além de retardar o envelhecimento, combater a tensão pré-menstrual e preservar a elasticidade dos tecidos. Em homens, ele aumenta a potência e o interesse sexual, além de suprir a carência gerada quando o selênio é perdido com o sêmen (ALVARENGA, 2002). A sua deficiência é rara em seres humanos, porém pode estar associada a miocardiopatias e doenças virais ainda não muito bem elucidadas (SHILLS *et al.*, 2003). Sinais de toxicidade são vistos através de alterações cutâneas e nas unhas, cárie dental e anormalidades neurológicas. As principais fontes alimentares são castanhas do Pará, rim, fígado, carne vermelha e aves; frutas e vegetais são pobres neste mineral (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Foram encontrados valores de aproximadamente 0,04 mg em ambas frações, correspondendo a 80% das necessidades diárias recomendadas, como mostra a tabela 07.

O manganês é um componente de muitas enzimas como glutamina sintetase, piruvato carboxilase, superóxido dismutase mitocondrial. Ele também ativa muitas outras enzimas, além de estar associado à formação de tecidos conjuntivos e esqueléticos, crescimento, reprodução e metabolismo de carboidratos e lipídeos (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005). O “Total Diet Study” da FDA relatou a ingestão deste mineral abaixo da recomendação em meninas adolescentes, porém nenhuma evidência fisiológica de insuficiência foi detectada (PENNINGTON E SCHOEN, 1996). Estudos estabelecem que essa deficiência pode levar a esterilidade, anormalidades esqueléticas notáveis e ataxia na prole de mães deficientes. A toxicidade só foi observada em mineradores, devido o excesso absorvido de manganês através do trato respiratório, que se acumula no fígado e SNC, produzindo sintomas semelhantes aos da doença de Parkinson (SHILLS *et al.*, 2003).

Os valores encontrados na fração comestível foram de 1,05 mg (52,5% RDA) e nas sementes de 0,46 mg (23% RDA).

O cromo potencializa a ação da insulina, logo influencia no metabolismo de carboidrato, lipídeos e proteínas. Um outro possível papel, similar ao do zinco, está na regulação da expressão genética. Alimentos com altas concentrações deste mineral são levedo de cerveja, ostra, fígado e batatas. Em menores concentrações, têm-se frutos do mar, grãos integrais, queijo, frango, carnes e farelos. A sua deficiência pode resultar em resistência insulínica e algumas anormalidades lipídicas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

Nas frações do fruto do jamelão foram encontrados 0,05mg e 0,03mg, correspondendo em ambas frações, 100% da RDA. Essa alta concentração de cromo pode ser a justificativa para a utilização do fruto do jamelão como terapia complementar no tratamento do *diabetes mellitus*, como descrito em diversos estudos.

c) Ultra-traço

Uma das funções mais importantes do iodo é sua participação na síntese dos hormônios tireoidianos e sua deficiência pode levar ao bócio endêmico, doença com grande incidência principalmente nas regiões mais afastadas do litoral, pobres em iodo natural.

Os valores desse mineral encontrados nas frações comestíveis e sementes de jamelão foram de 7,47 mg em ambas frações, correspondendo a 100% da RDA. Sendo assim, esse fruto poderia ser utilizado para o tratamento ou prevenção do bócio, uma vez que a espécie *syzygium cumini* está presente tanto em regiões litorâneas como em regiões mais afastadas do litoral.

4.3. Potencial antioxidante

A cada ano, o consumo de frutas tropicais está cada vez mais elevado devido aos diversos estudos demonstrando seu alto valor nutritivo e potencial terapêutico. Esses frutos são consumidos *in natura*, na forma de geléias, sorvetes, doces, pastas, entre outros, aumentando o interesse de diferentes produtores, assim como da indústria alimentícia (KUSKOSKI *et al.*, 2006).

Os frutos contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis (HARBONE & WILLIAMS, 2000). Inúmeros estudos relatam a capacidade desses compostos fenólicos, principalmente flavonóides, como antoxantinas e antocianinas, de captarem radicais livres através de seu potencial antioxidante e com isso, agem na prevenção de doenças cardiovasculares e circulatórias (NESS & POWLES, 1997; STOCLET *et al.*,

2004), cancerígenas (WANG & MAZZA, 2002; KATSUBE *et al.*, 2003), no *diabetes mellitus* e no mal de Alzheimer (HERTOG *et al.*, 1997; ISHIGE *et al.*, 2001; ABDILLE *et al.*, 2005).

Outros estudos descrevem as propriedades de vários compostos fitoquímicos, especialmente os compostos fenólicos presentes em frutas, no combate as infecções causadas por *Helicobacter pylori* (VATTEN *et al.*, 2005) e na indução da apoptose (YEH & YEN, 2005; HEO & LEE, 2005, SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

O organismo humano possui suas defesas contra o estresse oxidativo, que vão diminuindo a medida que envelhece (KNIGHT, 2000). Alguns estudos sugerem que existe forte relação entre a quantidade de radicais livres produzidos e o desenvolvimento de doenças como câncer, doenças cardiovasculares, Alzheimer, disfunção imunológica, catarata e degeneração macular. (MCCALL & FREI, 1999; HARMAN, 1982). A presença de doenças crônicas e idade avançada são fatores que desequilibram o balanço da formação dos radicais livres, podendo contribuir para o aparecimento ou agravamento de doenças.

Burke *et al* (2005) sugerem que o consumo de antioxidantes pode trazer benefícios a saúde através da proteção contra a formação de radicais livres. Nos últimos anos o interesse por pigmentos com capacidade antioxidante se intensificou devido aos resultados de pesquisas que demonstraram que esses compostos bioativos possuem, além da capacidade antioxidante, propriedade antiinflamatória, promovem vasodilatação e atuam na prevenção da hiperglicemia, estimulam a secreção de insulina, e também melhoram a adaptação da visão noturna e preinam a fadiga visual (WANG & MAZZA, 2002; KATSUBE *et al.*, 2003).

Existem diversos métodos capazes de detectar a presença e quantificar a capacidade antioxidante de diferentes alimentos. Entretanto, nenhum método é capaz de quantificar em sua totalidade a atividade antioxidante (OU *et al*, 2002).

Na fração comestível do jamelão foram quantificadas as antocianinas e capacidade antioxidante, segundo diferentes metodologias. A quantificação de antocianinas foi realizada através de método espectrofotométrico diferencial em pH 1,0 e 4,5, de acordo com (ASKAR & TREPTOW, 1993; ROGEZ, 2000), sendo adaptado para espectrofotômetro. Foram detectados valores de $68,5 \pm 0,707$ mg de antocianina/100g de amostra. Lima *et al* (2003) encontraram valores de 28,63 para a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). Os valores achados na presente pesquisa foram superiores aos revelados em frutos com açaí, atualmente considerado um dos mais importantes alimentos com potencial antioxidante, camu-camu, uva e amora, como demonstrado no gráfico 01.

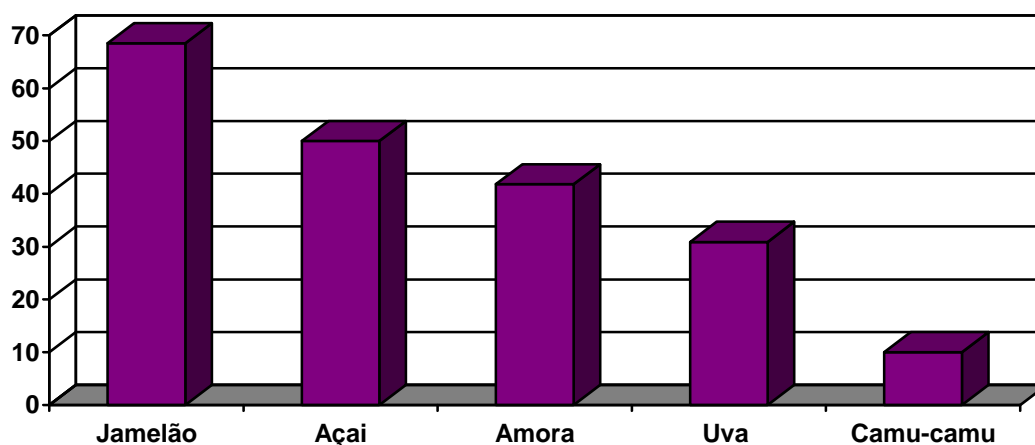


Gráfico 01: Teores de antocianinas de diferentes frutos expressos em mg/ 100g amostra.

Na natureza, 17 antocianidinas têm sido encontradas, mas apenas 6 estão presentes em alimentos (FRANCIS, 1989). A diferença da cor dos vários frutos vermelhos depende da natureza e da concentração das antocianinas (GROSS, 1987). O alto teor de antocianinas encontrado no jamelão destaca esse fruto no campo dos nutracêuticos, pela habilidade desse composto em capturar radicais livres no organismo humano.

Segundo Youdim *et al* (2002) as antocianinas são glicosídeos que possuem açúcar na posição 3 do anel intermediário e participam do processo de formação de prostaglandina-endoperóxidos, como prostaciclina instáveis, que inibem a agregação de plaquetas no processo de prevenção do estágio inicial da trombose. Esses processos podem ocorrer tanto em diabéticos quanto em indivíduos hipercolesterolêmicos e vários estudos têm indicado que flavonóides, como as antocianinas, atuam na prevenção da trombose.

A quantificação da capacidade antioxidante foi determinada segundo as metodologias de TEAC, DPPH e ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).

O método TEAC quantifica a capacidade antioxidante em equivalente Trolox. Tanto o método TEAC como o ORAC são métodos de inibição, no qual uma amostra é adicionada a um sistema gerador de radicais livres e a inibição da ação desses radicais é mensurada. Essa inibição está relacionada à capacidade antioxidante da amostra. A curva de calibração realizada através dessa metodologia está representada na figura 09.

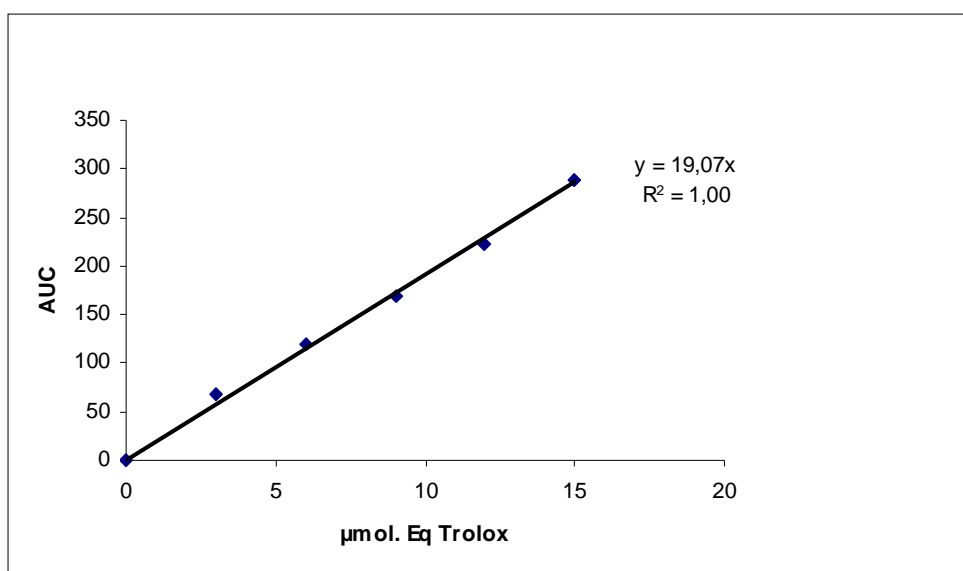


Figura 09: Curva de calibração segundo metodologia TEAC.

Os valores médios de antioxidantes da fração comestível do fruto do jamelão quantificados através do método TEAC foram de $262,13 \pm 8,02$ µmol. Eq Trolox / 100g de amostra, estando estes valores muito acima da média dos valores encontrados em frutos como amora, de $4,3 \pm 0,2$, para polpa de uva $7,0 \pm 0,3$, para polpa de açaí de $6,9 \pm 0,2$, para polpa de goiaba de $5,9 \pm 0,9$, para polpa de morango de $9,2 \pm 0,01$, para polpa de acerola de $53,2 \pm 5,3$, para polpa de $0,5 \pm 0,01$, para polpa de manga de $12,9 \pm 0,2$, para polpa de graviola $2,88 \pm 0,2$, para polpa de cupuaçu $0,73 \pm 0,2$ e para polpa de maracujá de $0,9 \pm 0,2$, segundo KUSKOSKI *et al* (2006), destacando-se mais uma vez o potencial antioxidante deste fruto, como mostra o gráfico 02.

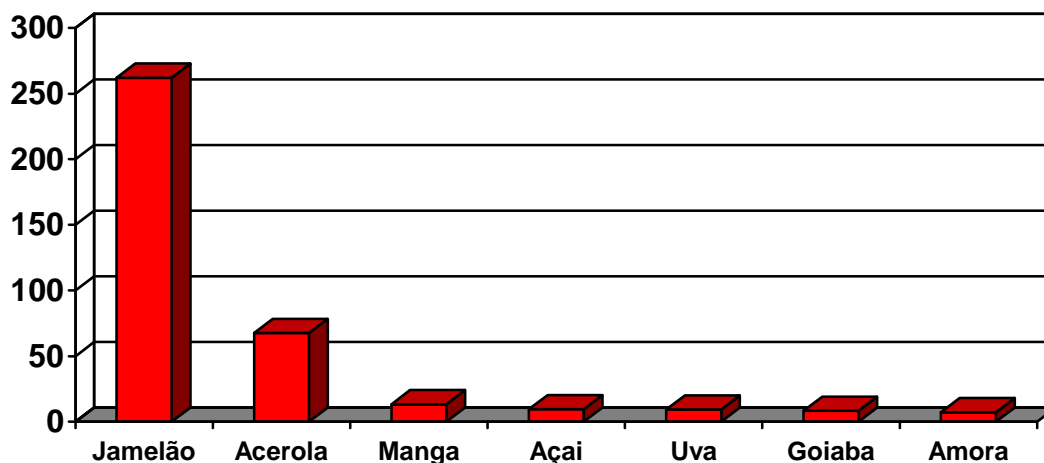


Gráfico 02: Valores de antioxidantes através do método TEAC em diferentes polpas de frutas expressos em $\mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g amostra}$.

Entre os métodos químicos aplicados para determinar a capacidade antioxidante, o método de seqüestro do radical DPPH (2,2 – difenil – 1 – picrilidrazil) é um dos mais utilizados por ser considerado prático, rápido e estável. Foi realizado de acordo com o procedimento descrito por Fernadéz-Pachón *et al* (2006), sendo feitas algumas modificações e a curva de calibração está representada na figura 10.

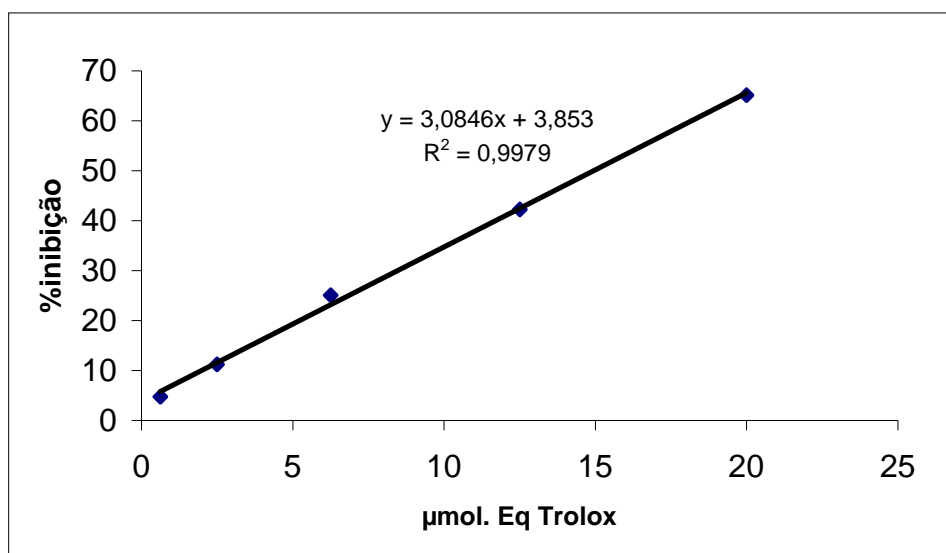


Figura 10: Curva de calibração segundo metodologia de seqüestro do radical DPPH.

Os valores encontrados na fração comestível do fruto do jamelão foram de $222,57 \pm 18,725 \mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g}$ de amostra, sendo superiores aos encontrados em outros frutos como mostra o gráfico 03.

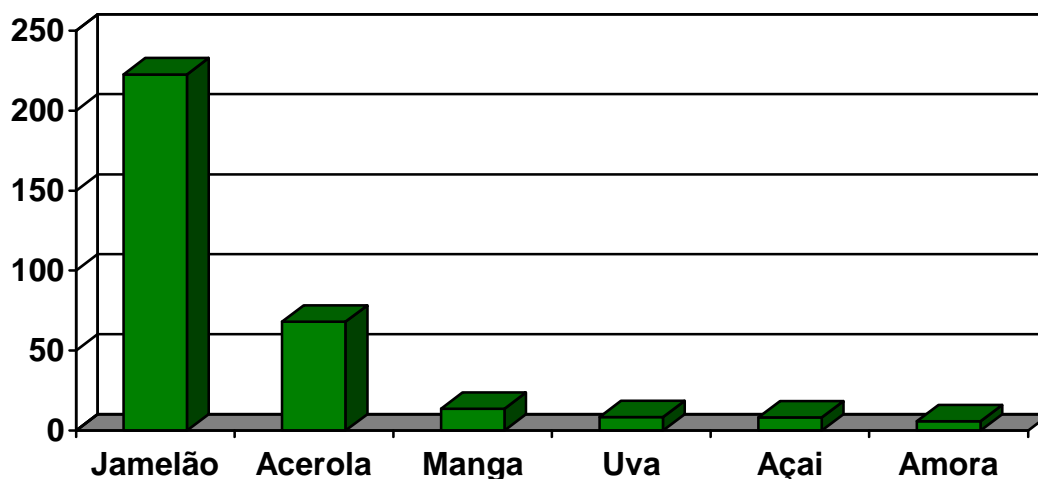


Gráfico 03: Valores de antioxidantes de diferentes frutos através do método DPPH expressos em $\mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g amostra}$.

O método ORAC, Capacidade de Absorbância do Radical Oxigênio, mensura a capacidade antioxidante de qualquer alimento e os resultados são expressos em $\mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g}$ de amostra. A curva de calibração está representada na figura 11.

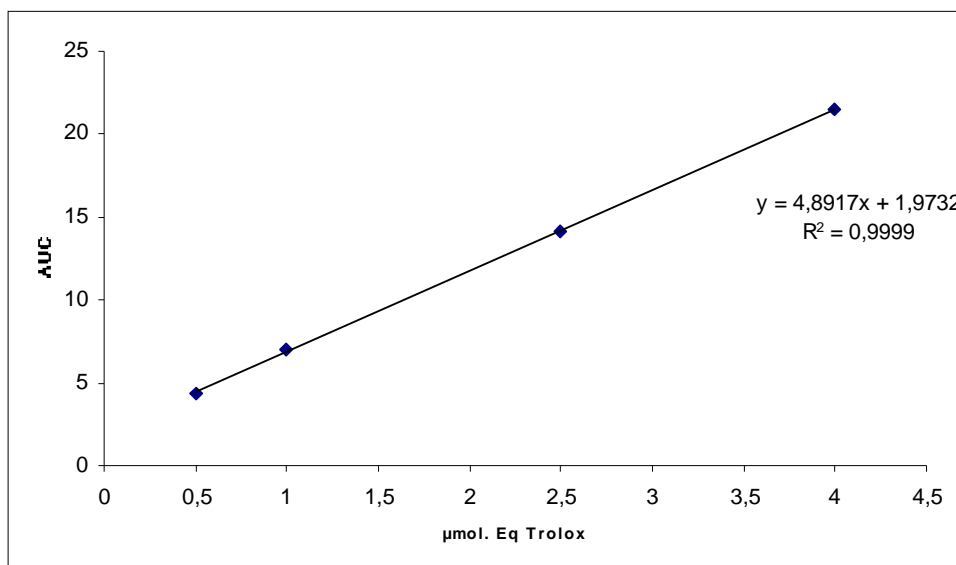


Figura 11: Curva de calibração segundo metodologia de ORAC.

Os valores encontrados no jamelão foram de $1384,5 \pm 57,27 \mu\text{mol Eq Trolox} / 100\text{g}$. Os maiores valores encontrados segundo essa metodologia foram para frutos como açaí, seguido do jamelão e uvas, estando entre os dez frutos com maior potencial antioxidante já estudados, como mostra o gráfico 04.

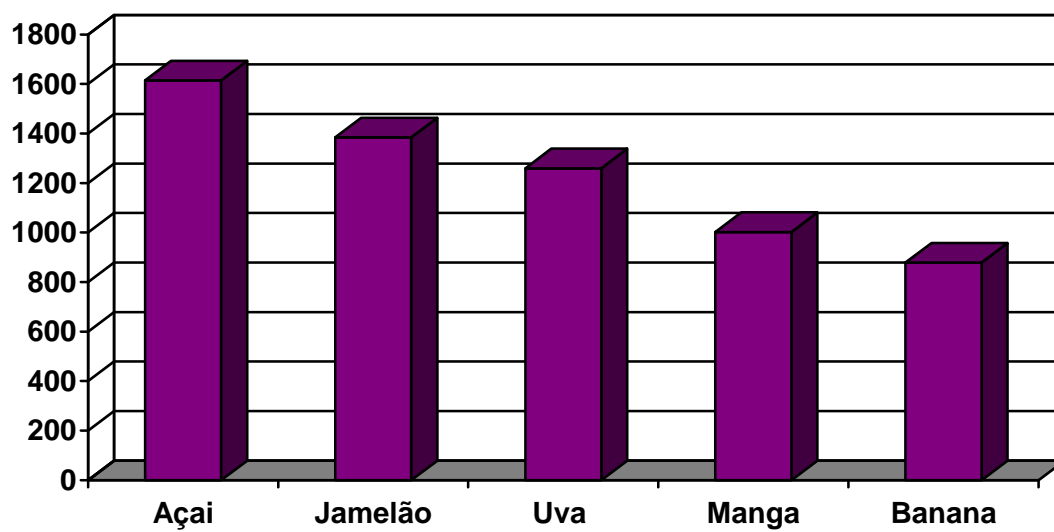


Gráfico 04: Teores de antioxidante de diferentes frutos através do método de ORAC expressos em $\mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g amostra}$.

5 CONCLUSÕES

Em função da abundância do fruto de *Syzygium cumini* nas épocas de safra e do potencial nutracêutico de sua fração comestível (polpa + casca), devem ser realizadas intervenções no sentido de sua inclusão no cardápio alimentar do brasileiro.

Devido ao elevado teor de umidade existente nessa fração, o fruto pode ser uma interessante matéria-prima para fabricação de sucos e/ou néctares.

O perfil de macro e microminerais atende na sua maioria as necessidades basais, apesar da necessidade de avaliar sua biodisponibilidade.

O reduzido teor de lipídeos encontrado na polpa e na semente pode tornar esse fruto uma opção para dietas de baixo valor calórico.

A partir dos resultados obtidos nessa pesquisa foi possível concluir que a fração comestível do jamelão pode ser considerada uma excelente fonte de antioxidantes, podendo ser incluída no ranking dos frutos com maior potencial nutracêutico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC (American Association of Cereal Chemistry). **Approved Methods**. St Paul, Minnesota, 1995.
- ABDILLE, M.H. et al. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chem**, v.90, p.891-896, 2005
- ADAMS, A. K.; WERMUTH, E. O.; MCBRIDE, P. E., Antioxidant vitamins and the prevention of coronary heart disease. **American Family Physician Journal**, 1999, Vol. 60, Issue 3, Pag 895.
- ADA REPORTS. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. **J. Am. Diet. Assoc.** Chicago, v.99, n.10, p.1278-85, out. 1999.
- AHMAD, I.; BEG, A. Z. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. **J. Ethnopharmacol.**, v. 74, p. 113 - 123, 2001.
- ALBERTON, J. R.; RIBEIRO, A.; SACRAMENTO, L. V. S.; FRANCO, S. L., Caracterização farmacognóstica do jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v 11, p 37-50, 2001.
- ALVARENGA, R.M. Palavra de médico. Tudo o que você deve saber sobre as novas Fontes da Juventude. Disponível em: <http://palavrademedico.cjb.net/>. Acesso em: 26/08/ 2002.
- ALVES, R.E. Características das frutas para exportação. In: NETTO, A.G.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.G.; BLEINROTH, E.W.; FREIRE, F.C.O.; MENEZES, J.B.; BORDINI, M.R.; SOBRINHO, R.B.; ALVES, R.E. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. MAARA/SDR – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1996, 30p. (EMBRAPA – SP, Publicações Técnicas Frupex, 21).
- AMES, B. N.; SHIGENAGA, M. K.; HAGEN, T. M., Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. **Proc. Natl. Acad.Sci. USA**. 90: 7915-7922, 1993.
- AMES, B. N., The Causes and Prevention of Cancer, **Proceedings Natl Acad Sci USA**, Vol.92, pp 5258-5265, 1995.
- AMIC, D., DAVIDOVIC-AMIC, D. e BESLO, D. Prediction of pK values, half-lives, and electronic spectra of flavylum salts from molecular structure. **J. Chem. Inf. Comput. Sci**. v.39, 1999, p.967-973.
- ANDERSON, L.; DIBBLE, M. V.; TURKKI, P. R.; MITCHELL, H. S.; RYNBERGEN, H. J. **Nutrição**. 17ª ed. Cap. 6. São Paulo, SP, 1998, 737 p.
- A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists). **Official Methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, v 2, 1990.
- A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemistry). **Official Methods of Analysis**, 17th ed, Washington, D. C., 2000.

A.O.C.S. **Official methods and recommended practices of the A.O.C.S.**, 5TH edition, 1998.

ARAÚJO, J.M. **Química de Alimentos – Teoria e Prática**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 335p.

ARAÚJO, A. C. *et al.*, Genotoxic potentiality of aqueous extract prepared from *Chrysobalanus icaco* L. leaves. **Toxicology Letters**. Vol. 151, pp. 481-487, 2004.

ASKAR, A. & TREPTOW, H. 1993. **Analytical methods**. p.9-10, 19-20, 27-28. In: A. Askar and H. Treptow (eds.), *Quality assurance in tropical fruit processing*, Springer-Verlag, Berlin, Germany.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993, 114p.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W.; WU, X.; PRIOR, R. L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L., Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. **J. Agric. Food Chem.**, 51:6657-6662, 2003.

BAKER, S.J. NUTRITIONAL ANAEMIA – A major controllable public health problem. **Bull. WHO**, n. 56, p. 659-675, 1978.

BANERJEE, A.; DASGUPTA, N.; DE B., In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit, **Food Chemistry**, v 90, p 727–733, 2005.

BARRETO, S. A. J. & CYRILLO, D. C. Análise da composição dos gastos com alimentação no Município de São Paulo (Brasil) na década de 1990. **Revista de Saúde Pública**, 2001, 35:52-59.

BHATIA IS, BAJAJ KL. Chemical constituents of the seeds and bark of *Syzygium cumini*. **Planta Med** 1975; 28: 346-352

BLIGH, E. G. & DYER, W. J., A rapid method for total lipid extraction and purification, **Can.J.Biochem.Physiol.** 37:911-917, 1959.

BOBBIO, P.A., BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed.São Paulo: Varela, 1995. 223p

BOBBIO, F. O. & BOBBIO, P. A. **Química do Processamento de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 143p

BOBBIO F. O.; BOBBIO P. A., **Introdução à química de alimentos**, 3^a ed., São Paulo, Livraria Varela, 2003.

BOBBIO, F. O., BOBBIO, P. A. e SOUZA, S. C. Separation and identification of cinnamic acids by TLC. **Journal Chemical Education**. v.2, 1982, p.182.

BRIGGS, B.G. & JOHNSON, L.A.S., Evolution in the Myrtaceae - Evidence from inflorescence structure. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**, v 102(4), p 157-254, 1979.

BRITO, F. A.; LIMA, L. A.; RAMOS, M. F. S.; NAKAMURA, M. J.; CAVALHER-MACHADO, S. C.; SIANI, A. C.; HENRIQUES, M. G. M. O.; SAMPAIO, A. L. F. Pharmacological study of anti-allergic activity of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, vol.40, n. 1, ISSN 0100-879X, 2007.

BROUILLARD, R. Chemical structure of anthocyanins. In: MARKAKIS, P., **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, 1982, p.1-39.

BROUILLARD, R., DUBOIS, J. E. Mechanism of the structural transformations of anthocyanins in acidic media. **Journal of the American Chemical Society**. V.99, n.5, p.1359-1364. 1976.

BURKE, J. D.; CURRAN-CELENTANO, J.; WENZEL, A. J., Diet and serum carotenoid concentrations affect macular pigment optical density in adults 45 years and older. **J Nutr.**, 135:1208-1214, 2005.

CARVALHO, P.R.N. Potencialidades dos corantes naturais. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n.1, p.224-225, 1992.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; NASCIMENTO, W. M. O., características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platoniainsignis* Mart.) com rendimento industrial superior, **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 326-328, Agosto 2003.

CAO, G.; PRIOR, R. L., Measurement of oxygen radical absorbance capacity in biological samples, **Methods in enzymology**, v 299, p 50-62, 1999.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2ª Edição revisada. Campinas, SP. Editora da UNICAMP, 2003.

CHANDALIA, M.; GARG, A. et al. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus, **New England Journal of Medicine**, v 11; p 342(19):1392-8, 2000.

CHANDRASEKARAN, M.; VENKATESALU, V., Antibacterial and antifungal activity of *Syzygium jambolanum* seeds, **Journal of Ethnopharmacology**, v 91, p 105–108, 2004.

CHAVEZ, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H., Caracterização físico-química do suco da acerola, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v 4, n 2, ISSN 1519-5228, 2004.

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

CHEFTEL, J. C. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**, Vol. 1, Zaragoza, España: Ed. Acribia S. A., 333p, 1989.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B., **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

CHRISTEN, Y., Oxidative stress and Alzheimer disease. **Am. J. Clin.Nutr.**, v 71: 621S-629S, 2000.

CONCEIÇÃO, M. P. J. **Cinética da Degradação Térmica de Antocianinas em Suco de Acerola (*Malpighia glabra* L).** Viçosa, MG: UFV, 1997. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

COUTINHO, R. **Noções de Fisiologia da Nutrição.** 2º ed., Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1981.

COUTO, P.G. do. **Óleo de semente de maracujá (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*, DEG): caracterização, estabilidade e análise sensorial.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996; 77p. tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de Minerais. **Revista de Nutrição**, Campinas, p. 87-98, jul-dez., 1997.

CRAVEIRO, A.A.; CRAVEIRO, A. C. **Alimentos Funcionais.** A Nova Revolução. Fortaleza/UFC-PADETEC, 2003, 282 p.

CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A., Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari), **Revta brasil. Bot.**, São Paulo, V.24, n.2, p.155-159, jun. 2001.

DAMASCENO, D. C.; LIMA, P. H. O.; GALHIANE, M. S.; VOLPATO, G. T.; RUDGE, M. V. C., Avaliação do efeito hipoglicemiante da sapogenina extraída de sementes de *Eugenia jambolana* Lam. **Rev Bras Plantas Med** 4: 46-54, 2002.

DANADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. **Frutas exóticas.** Jaboticabal: Funep, 1998. p. 119 - 120.

DARWIN, C., **A origem das espécies.** Tradução Eugênio Amado. Belo Horizonte, Vila Rica ed. Grandes Obras da Cultura Universal, 1859.

DIAZ, M. N.; FREI, B.; KEANEY, J. F. JR., Antioxidants and atherosclerotic heart disease. **New Eng. J. Med.** 337: 408-416, 1997.

DJIPA, C. D.; DELMÉE, M.; QUETIN-LECLERCQ, J., Antimicrobial activity of bark extracts of *Syzygium jambos* (L.) Alston (Myrtaceae), **Journal of Ethnopharmacology**, v 71, p 307–313, 2000.

DRUZIAN, J. I; BOBBIO, F. O.; ABRÃO, P. A.; BOBBIO, P. A.; FADELLIS, S.; **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 2000, 20, 6.

ESPÍN, J.C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H.J.; GARCÍA-VIGUERA, C., Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.1588-1592, 2000.

FAO. World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. **FAO Food & Nutrition Paper**, v.140, p.14-18, 1997.

FERNANDEZ-PACHON, M. S., VILLAÑO, D.; TRONCOSO, A. M.; GARCIA-PARRILLA, M. C., Determination of the phenolic composition of sherry and table white wines by liquid chromatography and their relation with antioxidant activity. **Analytica Chimica Acta**, 563, 101-108, 2006.

FERREIRA, J.C., CAVALCANTI-MATA, M.E.R.M., BRAGA, M.E.D. **Cinética de congelamento de polpa de umbu a duas temperaturas criogênicas** In: Congresso Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 2000, Irapuato. Anais..., 2000.

FRANCIS, F. J. **Colorants**. Minnesota: Eagan Press, 1999. 145p. (Eagan Press Handbook Series).

FRANCIS, F.J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.28, p.273-314, 1989.

FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. London, UK: Academic Press, 1982, 263 p.

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

FREITAS, M.C.J. Amido resistente: propriedades funcionais. **Nutrição Brasil**, v. 1, p. 40-48, 2002.

FUENTES, J.A.G. Que alimentos convêm ao coração? **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.53, p.7-11, 1998.

FULEKI, T. e FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. 1 Extraction and determination of total anthocyanin in crabberries. **Journal of Food Science**. v. 3, n. 20, p.72.1968.

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

GARCIA-AMOEDO, L. H.; ALMEIDA-MURDIAN, L. B. Comparação de metodologias para a determinação de umidade em Geléia Real, **Química Nova**, Vol. 25, No. 4, 676-679, 2002, São Paulo, SP.

GARCIA, C. G.; POLO, A. S.; IHA, N. Y. M. Photoelectrochemical solar cell using extract of *Eugenia jambolana* Lam as a natural sensitizer. **Annals Braz. Acad. Sci.**, v. 75, n. 2, p. 163 – 165, 2003.

GIL, E. S., SERRANO, S. H. P., SOARES, L. A., REZENDE, K. R., Atividade antioxidante de extrato etanólico e hidralcoólico de “canjiqueira” (*Byrsonima orbygniana*). Doseamento de rutina, quercetina, ácido elágico e ácido ascórbico. **Revista Eletrônica de Farmácia**, suplemento Vol 2, 85-88, 2005.

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

GONNET, J. F. Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited-1. A colorimetric definition using the CIELAB scale. **Food Chemistry**, v.63, n.3, p.409-415, 1998.

GOTO, T. e KONDO, T. Structure and molecular stacking of anthocyanins- flower color variation. **Angewandte Chemie**. v.30, n.1, p.17-33, 1991.

GRANADA, G.G. ; ZAMBIAZI, R.C. ; MENDONÇA, C.R.B. Abacaxi : produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul./dez., 2004.

GROSS, J. Anthocyanins. In: GROSS, J. (Ed.) **Pigments in fruits**. London: Academic Press, p.59-85,1987.

GROVER, J. K.; VATS, V.; RATHI, S. S.; DAWAR, R. Traditional Indian anti-diabetic plants attenuate progression of renal damage in streptozotocin induced diabetic mice. **J. Ethnopharmacol.**, v. 76, p. 233 - 238, 2001.

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

HADDY, F.J.; PAMMANI, M.B. Role of dietary salt in hipertension. **Journal of the American Collage of Nutrition**, v. 14, p. 428-438, 1995.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoids research since 1992. **Phytochemistry**. v. 55, p. 481-504, 2000.

HARBONE, J. B. Variation in and functional significance of phenolic conjugation in plants. In: **Biochemistry of Plant Phenolics**. New York: Plenum Press, 1979, p.457-474.

HARMAN, D., Nutritional implications of the free-radical theory of aging. **J Am Coll Nutr.**;1:27-34, 1982.

HARTMANN, L. & LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipidis. **Lab. Pract.** London, v. 22, p. 475-476, 1973.

HEO, H.J.; LEE, C.Y. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induce apoptosis in PC12 cells. **J Agric Food Chem**, v.53, p.1984–1989, 2005.

HERTOG, M.G.L. et al. Antioxidant flavonols and ischaemic heart disease in a Welsh population of men. The Caerphilly study. **Am J Clin Nutr**, v.65, p.1489-1494, 1997.

HOSTETTMANN, K.; QUEIROZ, E. F.; VIEIRA, P. C. **Princípios ativos de plantas superiores**. São Carlos: EdUFSCar, p. 09, 60 – 61, 2003.

HUANG, D.; OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M. F.; JUDITH, A.; PRIOR, R. L., High-throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid

handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50, 4437-4444, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Quantidade e valor dos produtos de extração vegetal e da sicultura**. Brasil. 2000. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 08/04/2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Ed. V 1. 533p. São Paulo – SP, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Quantidade e valor dos produtos de extração vegetal e da sicultura**. Brasil. 2000. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 08/04/2005.

ISHIGE, K. et al. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. **Free Rad Biol Med** v.30, p.433-446, 2001.

JACKMAN, R. L. e SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains. In: **Natural Food Colorants**. Blackie Academic & Professional, Glasgow, 1991. 343p.

JACMAN, R. L., YADA, R. Y. e TUNG, M. A. Review: separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. **Journal of Food Biochemistry**. v.11, p.279-308, 1987.

JENKINS DJA, KENDALL CWC, AUGUSTIN LSA, FRANCESCHI S, HAMIDI M, MARCHIE A, et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. **American Journal Clinical Nutrition**, 76:266-73, 2002.

JENKINS, C. D. Recent evidence supporting psychologic and social risk factors for coronary disease, **N. Eng. J. Med.**, 294 (18) : 987-94, 1976.

JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L., Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira, **Bragantia** Campinas, v.63, n.3, p.315-323, 2004.

JOHNSON, L.A.S.; BRIGGS, B.G., Myrtales and Myrtaceae - A phylogenetic approach. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v 71, p 700-756, 1984.

JOSÉ, A.R.; SOUZA, J.I.V.B.; FILHO J.M. MORAIS, O.M. **Manga – tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA, Editora UESB, 1996. 361p.

JUNQUEIRA-GUERTZENSTEIN, S. M.; SRUR, A. U. O. S., Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*, DEG) cv amarelo na alimentação de ratos (*Rattus norvegicus*) normal e diabéticos, **Cadernos do Centro Universitário São Camilo**, v 10: 213–18, 2002.

JURD, L. Reactions involved in sulfite bleaching of anthocyanins. **Journal of Food Science**. v.29, n.1, p.16-19, 1964.

KATER, C.E. ; COSTA-SANTOS, M. o espectro das síndromes de hipertensão esteróide na infância e adolescência. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 45, p. 73-86, 2001.

KATSUBE, N. et al. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **J Agric Food Chem**, v.51, p.68-75, 2003.

KNIGHT, JA. The biochemistry of aging. **Adv Clin Chem**, v 35:1-62., 2000.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R., Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas, **Ciência Rural**, vol.36, no.4, ISSN 0103-8478, Santa Maria, Julho/Agosto 2006.

KWAK, N.S.; JUKES, D.J. Functional foods – Part 1: the development of a regulatory concept. **Food Control** v. 12, n. 2, p. 99-117, mar., 2001.

LAJOLO, M. F. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Disponível em <www.fcf.usp.tabela >. Acesso em: 03 dez. 2001.

LANDROUM, L.R. & KAWASAKI, M.L., The genera of Myrtaceae in Brazil: na illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v 49(4), p 508-536, 1997.

LANG, A. E.; LOZANO, A. M., Parkinson's disease. First of two parts. **N. Eng. J. Med.**339: 111-114, 1998.

LAPIDOT, T.; HAREL, S.; AKIRI, B.; GRANIT, R.; KANNER, J. pH-Dependent forms of red wine anthocyanins as antioxidantes. **J. Agric. Food Chem.** v. 47, p. 67-70, 1999.

LERNER, B.R.; LEI, D.L.M.; CHAVES, S.P.; FREIRE, R.D. O cálcio consumido por adolescentes de escolas públicas de Osasco, São Paulo. **Revista de Nutrição**, v. 1, n. 1, Campinas, jan/abr, 2000.

LEWIS, C. E. e WALKER, J. R. L. Effect of polysaccharides on the colour of anthocyanins. **Food Chemistry**. v.54, 1995.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M., Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão, **Revista de Nutrição**, Campinas, 13(2): 73-80, maio/ago., 2000.

LIMA, V. L. A.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, D. E. S., Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.), **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23(1): 101-103, jan.-abr. 2003.

LIU, J. Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. **J. Ethnopharmacol.**, v. 49, p. 57 - 68, 1995.

LOGUERCIO, A. P.; BATTISTIN, A.; VARGAS, A. C.; HENZEL, A.; WITT, N. M., Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). **Ciência Rural**, vol.35, n. 2, ISSN 0103-8478, 2005.

LORENZI, H. et al., **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352p, 1992.

MAEDA, J. A.; BOVI, M. L. A.; BOVI, O. A.; LAGO, A. A., Craveiro-da-índia: características físicas das sementes e seus efeitos na germinação e desenvolvimento vegetativo, **Bragantia**, vol.49, n. 1, ISSN 0006-8705, 1990.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S., **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**, São Paulo, Ed. Roca, 11ª Edição, p 35-167, 2005.

MAHMOUD, I. I.; MARZOUK, M. S.; MOHARRAM, F. A.; EL-GINDI, M. R.; HASSAN, A. M., Acylated flavonol glycosides from Eugenia jambolana leaves. **Phytochemistry**, v 58, p 1239-1244, 2001.

MARKAKIS, P. Anthocyanins as food additives. In: MARKAKIS, P., **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.245-253, 1982b.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P., **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.163-178, 1982

MARTINEZ, C.; ROS, G.; PERIAGO, M.; LÓPEZ, G. Biodisponibilidade del Hierro de los Alimentos. **Archivos Latino-Americano de Nutrição**, v. 49, n. 2, p. 106-113, 1999.

MATTOS, L.L.; MARTINS I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta, **Revista de Saúde Pública**, 2000, v. 34, Issue 1, pag. 50-55.

MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. **Validation of Two Methods For Fatty Acids Analysis in Eggs**. Campinas: UNICAMP, 2007.

MAZZA, G. B. e BROUILLARD, R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. **Food Chemistry**. v.25, 1987.

MAZZA, G. e MINIATI, E. **Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains**. Boca Raton: CRC Press, 1993. 362p.

MAZZANTI, C. M.; SCHOSSLER, D. R.; FILAPPI, A.; PRESTES, D.; SILVA, A. C.; CORREA, M.; SCHETINGER, M. R. C.; MORSCH, V. M.; LUNKES, G.; GONZAGA, W. A.; CECIM, M., Efeito do extrato da casca de Syzygium cumini sobre a atividade da acetilcolinesterase em ratos normais e diabéticos. **Ciência Rural**, vol.34, n. 3, ISSN 0103-8478, 2004.

MCCALL, M. R. & FREI, B., Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans, **Free Radic Biol Med**, v 26;7/8:1034-53, 1999.

MCCARRON, D.A. Dairy foods in healthy. **Bulletin FIL_IDF**, v. 336, p. 28-30, 1998.

MCDONALD, S.; PRENZLER, P. D.; ANTOLOVICH, M.; ROBARDS, K., Phenolics content and antioxidant activity of olive extracts, **Food Chem**, v 73:73-84, 2001.

MION, Jr. D. ; PIERIN, A.M.G. ; GUIMARÃES, A. Tratamento da hipertensão arterial – Respostas de médicos brasileiros a um inquérito. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 47, p. 249-54, 2001.

MORENO, P.; SALVADÓ, V.; **J. Chromatogr.**, A 2000, 870, 207.

MORTON, J.F. Fruits of warm climates. Miami: **AgScience**, 1987. 559p.

MOTA, R. V., Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(2): 303-308, abr.-jun., 2006.

MURUGANANDAN S, SRINIVASAN K, CHANDRA S, TANDAN SK, LAL J, RAVIPRAKASH V. Anti-inflammatory activity of *Syzygium cumini* bark. **Fitoterapia**, v 72: 369-375, 2001.

NASCIMENTO, G.G.F.; LOCATELLI, J.; FREITAS, P. C.; SILVA, G. L., Antibacterial Activity Of Plant Extracts And Phytochemicals On Antibiotic-resistant Bacteria, **Brazilian Journal Of Microbiology**, v 31, p 247-256, 2000.

NESS, A.R.; POWLES, J.W. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. **Int J Epidemiol**, v.26, n.1, p.1-13, 1997

NOGUEIRA, N.N.; MARREIRO, D.N.; PARENTE, J.V.; COZZOLINO, S.M.F.P. Estado nutricional de adolescentes grávidas suplementadas com ferro, zinco e ácido fólico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1, Rio de Janeiro, **Resumo ...**1998.

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

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 67 - 139.

OLIVEIRA, G. F.; FURTADO, N. A. J. C.; SILVA FILHO, A. A.; MARTINS, C. H. G.; BASTOS, J. K.; CUNHA, W. R.; SILVA, M. L. A., Antimicrobial activity of *Syzygium Cumini* (Myrtaceae) leaves extract, **Brazilian Journal of Microbiology**, vol.38, n. 2, ISSN 1517-8382, 2007.

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**, v 49, pp 4619-4626, 2001.

OU, B., HUANG, D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J. A., AND DEEMER, E. K. (2002) Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study. **J. Agric. Food Chem.**, 50:3122-3128.

PENNA, M. **Notas sobre plantas brasileiras**. 2. ed. Rio de Janeiro: Araújo Penna & Cia, p. 439 – 440, 1930.

PENNINGTON, J.A.T.; SCHOEN, S.A. Total Diet Study: Estimated dietary intakes of nutritional elements. **Int. J. Vitam. Nutr. Res.**, v. 66, n. 350, p. 1982-1991, 1996.

PEPATO, M.T.; FOLGADO, V.B.B.; KETTELHUT, I.C.; BRUNETTI, I.L., Lack of antidiabetic effect of Eugenia jambolana leaf decoction on rat streptozotocin diabetes, **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v34, 389 – 395, 2001.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de Composição de Alimentos**: suporte para decisão nutricional. Brasília: ANVISA, FINATEC/NUT-UnB, 2001.133p.

PIMENTEL, C.V.M.B., FRANCKI, V.M., GOLLUCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. Ed. Varela. 95p. 2005.

PIMENTEL, F.A. **Avaliação de métodos de obtenção e da estabilidade de Pigmentos de semente de urucum (*Bixa orellana*, L.)**. Viçosa, MG:UFV,1995. 132p. Dissertação (Mestrado em...) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

PINTO, P. A. **Noções de botânica aplicada à farmácia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Científica, [1956?]. p. 148 - 149.

PINTO W.S.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, A.A.O.; LEDO, C.A.S.; JESUS, S.C.; CALAFANGE, P.L.P.; ANDRADE, E.M. 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.

POPKIN, B. M., 1999. Urbanization, lifestyle changes and the nutrition transition. **World Development**, 27:1905-1916.

PRINCE, P.S.M.; MENON, V.P.; PARI, L. Hypoglycaemic activity of *Syzygium cumini* seeds: effect on lipid peroxidation in alloxan diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.61, p.1-7, 1998.

PRINCE, P. S. M.; KAMALAKKANNAN, N.; MENON, V. P., *Syzygium cumini* seed extracts reduce tissue damage in diabetic rat brain, **Journal of Ethnopharmacology**, v 84, p 205-209, 2003.

PRIOR, R.L.; CAO, G.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; MCEWAN, J.; O'BRIEN, C.; LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W.; KREWER, G.; MAINLAND, C.M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium specie*. **J. Agric. Food Chem.** v. 46, p. 2686-2693, 1998.

RAMOS, A. T.; CUNHA, M. A. L.; SABAA-SRUR, A. U. O.; PIRES, V. C. F.; CARDOSO, M. A. A.; DINIZ, M. F. F. M., Uso de *Passiflora edulis* f. flavicarpa na redução do colesterol

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

RAVI, K.; RAMACHANDRAN, B.; SUBRAMANIAN, S., Effect of *Eugenia Jambolana* seed kernel on antioxidant defense system in streptozotocin-induced diabetes in rats, **Life Sciences**, v 75, p 2717–2731, 2004.

RDA. Recommended Dietary Allowances, 2001. In: Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, D. C.: National Academic of Sciences. 2001.

RE, R.; PELLIGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C., Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay, **Free Radical Biology and Medicine**, v 26, p 1231-1237, 1999.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém, PA: Ed. Universidade Federal do Pará – EDUFA, 1ª ed. 2000, 313p

ROSS, I. A. **Medicinal plants of the world: Chemical constituents, traditional and modern uses**. Totowa: Human, 1999. p. 283 - 289.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenólicos: efectos fisiológicos. Actividad antioxidante. **Alimentaria**, p.29-40, 2002.

SANDSTEAD, H.H.; PENLAND, J.G.; ALCOCK, N.W.; DAVAL, H.H.; CHEN, X.C.; LI, J.S.; ZHAO, F.; YANG, J.J. Effects of repletion with zinc and other micronutrient on neuropsychologic performance and growth of Chinese. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 68(Suppl.), p. 470-475, 1998.

SANDSTORM, B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. **The British Journal of Nutrition**, v. 85, Suppl 2, p. 181-185, may, 2001.

SANTOS, P. R. V.; OLIVEIRA, A. C. X.; TOMASSINI, T. C. B., 1995. Controle microbiológico de produtos fitoterápicos. *Rev Farm Bioquím Univ São Paulo*. 31: 35-38

SAUTÉ-GRACIA, M.T.; HEINONEN, M.; FRANKEL, E.N. Anthocyanin as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin-liposome systems. **J. Agric. Food Chem.** v. 45, p. 3362-3367, 1997.

SCHOSSLER, D.R.C.; MAZZANTI, C.M.; LUZ, S.C.A.; FILAPPI, A.; PRESTES, D.; SILVEIRA, A.F.; CECIM, M., Alterações histológicas e imunoistoquímicas em pâncreas de ratos normais e diabéticos tratados com *Syzygium cumini*, **Ciência Rural**, v.34, n.6, nov-dez, 2004.

SCHOSSLER, D.R.C.; MAZZANTI, C.M.; DA LUZ, S.C.A.; FILAPPI, A.; PRESTES, D.; DA SILVEIRA, A.F.; CECIM, M., *Syzygium cumini* and the regeneration of insulin positive cells from the pancreatic duct, **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v41, 236-239, 2004.

SCHRAMM, D.D.; GERMAN, J.B. Potential effects of flavonoids on the etiology of vascular disease. **J. Nutr. Biochem.** v. 9, p. 560-566, 1998.

SHAFI, P.M.; ROSAMMA, M. K.; JAMIL, K.; REDDY, P. S., Antibacterial activity of *Syzygium cumini* and *Syzygium travancoricum* leaf essential Oils, **Fitoterapia**, v 73, p 414-416, 2002.

SHAFRIR, E.; Metabolism of Disaccharides and monosaccharides with emphasis on sucrose and fructose and their lipogenic potencial. In: GRACEY, M.; KRETCHMER, N.; ROSSI, E. (eds) **Sugars in nutrition**. Nestlé Nutrition Workshop series. New York: Raven Pres, 1991, p. 131-52.

SCHAPOVAL, E. E. S.; ALICE, C. B.; ZUANAZZI, J. A.; SILVA, G. A. A. B.; HENRIQUES, A. T. Determinação da atividade antimicrobiana dos extratos de *Syzygium cumini*. **Rev. Port. Farm.**, v. 28, n. 4, p. 55 - 57, 1988.

SHARMA, S. B; NASIR, A.; PRABHU, K.M., MURTHY, P.S., Antihyperglycemic effect of the fruit-pulp of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus, **Journal of Ethnopharmacology**, v 104, p 367–373, 2006.#

SHARMA, S. B.; NASIR, A.; PRABHU, K. M.; MURTHY, P. S.; DEVC, G., Hypoglycaemic and hypolipidemic effect of ethanolic extract of seeds of *Eugenia jambolana* in alloxan-induced diabetic rabbits, **Journal of Ethnopharmacology**, v 85, p 201–206, 2003.

SHEARD NF, CLARK NG, BRAND-MILLER JC, FRANZ MJ, PI-SUNYER FX, MAYER-DAVIS E, ET AL. Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes: A statement by the American Diabetes Association. **Diabetes Care** 2004;27:2266-71.

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

SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, M. C.; MARTINS, L. P. M., Caracterização e avaliação do potencial agrônômico e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia, **Acta Amazônica**, v. 35(4), 399 – 406, 2005.

SILVA, A.L.; GOMES, D.A; PINHEIRO, M. C. B., Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia L. (Myrtaceae)*. **Acta Botanica Brasilica**, 2007, vol.21, n. 1, ISSN 0102-3306.

SLOWING K, SOLLHUBER M, CARRETERO E, VILLAR A. Flavonoid glycosides from *Eugenia jambos*. **Phytochemistry** 1994; 37: 255-258

SRIDHAR, S.B.; SHEETAL1, U.D.; PAI, M.R.S.M.; SHASTRI, M.S., Preclinical evaluation of the antidiabetic effect of *Eugenia jambolana* seed powder in streptozotocin-diabetic rats, **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v38, 463 – 468, 2005.

STOCLET, J.C. et al. Vascular protection by dietary polyphenols. **Eur J Pharm**, v.500, p.299-313, 2004.

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** 39:276, 1974.

STUMBO, C. R.; PUROHIT, K. S.; RAMAKRISHNAN, T. V. 1975. Thermal Process Lethality Guide For Low-Acid Foods In Metal Containers. **Food Science** 40:1316

TIMBELAKE, C. F. e BRIDLE, P. The anthocyanins. In: **The Flavonoids**. London: Chapman & Hall Ltd., p. 215-266, 1975.

TIMBOLA, A.K.; SZPOGANICZ, B.; BRANCO, A.; MONACHE, F.D.; PIZZOLATTI, M.G. (2002). A new flavonol from leaves of *Eugenia jambolana*. **Fitoterapia**, 73, 174–176. #

TSUDA, T.; WATANABE, M.; OHSHIMA, K.; NORINOBU, S.; CHOI, S.W.; KAWAKISHI, S.; OSAWA, T. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-b-D glucoside and cyanidin. **J. Agric. Food Chem.** v. 42, p. 2407-2410, 1994.

TURANO F.J., DASHNER R., UPADHAYAYA A. & CALDWELL C.R. (1996) Purification of mitochondrial glutamate dehydrogenase from dark-grown soybean seedlings. **Plant Physiology** 112, 1357–1364.

TURATTI, J.M. Óleos vegetais como fonte de alimentos funcionais. **Food ingredients**, p. 52, nov./dez., 2000.

UUSITUPA, M.; SIITONEN, O.; SAVOLAINEN, K.; SILVASTI, M.; PENTTILA, I.; PARVIAINEN, M. Metabolic and nutritional effects of long-term use of guar gum in the treatment of noninsulin-dependent diabetes of poor metabolic control. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 49, n. 2, p. 345-351, 1989.

UUSITUPA MIJ. Fructose in the diabetic diet. **American Journal Clinical Nutrition**, 1994;59(suppl. 3):753-7.

VALENZUELA, A. Ácidos graxos Ômega-6 e Ômega-3 na nutrição e saúde humana. In: Angelis, R.A. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde**. São Paulo: Atheneu, 2001, p. 235-244.

VALLILO, M. I.; CRESTANA, C. S. M.; AUED-PIMENTEL, S.; TAVARES, M.; KUMAGAI, E. M.; GARBELOTTI, M. L., Composição química das sementes de *archontophoenix alexandrae* h.wendl. & drude (arecaceae), **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.676-679, 2004.

VALLILO, M. I.; BAITELLO, J. B.; LAMARDO, L.; LOBANCO, C. M. Composição química do fruto de *Eugenia klotzschiana* Berg. (MYRTACEAE). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 33-44, jun. 2003.

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

VALLILO, M. I.; LAMARDO, L. C. A.; GABERLOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E.; MORENO, P. R. H., Composição Química dos Frutos de *Campomanesia Adamantium* (Cambessédes) O.Berg, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(4): 805-810, out.-dez, 2006.

VANNUCCHI, H.; MENEZES, E.W.; CAMPINO, A.O.; LAJOLO, F.M. (Ed.). Aplicação das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. Ribeirão Preto. **Caderno de Nutrição**. Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição. v. 2, 1990.

VATTEM, D.A. et al. Cranberry synergies for dietary management of *Helicobacter pylori* infections. **Process Biochem**, v.40, p.1583–1592, 2005.

VELIOGLU, Y. S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B. D., Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. **J Agricultural Food Chem**, v 46(10):4113-7, 1998.

VILAR, J.S.; ALVES E SILVA, A.C.; COELHO, M.R.; SABAA SRUR, A.U.O., Potencial nutritivo de frutos de pitangão (*Eugenia neonitida*, Sobral), **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.28, no.3, 2006.

VON ELBE, J. H. E., SCHWARTZ, S. J. **Colorantes**. In: FENNEMA, O. R., Food Chemistry. 3.d. New York:: Marcel Dekker, p.651-722, 1996.

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

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Oxigen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p.304-309, 1997.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **J Agric Food Chem**, v.50, p.4183-4189, 2002.

WISSGOTT, U; BORTLIK, K. Prospects for new natural food colorants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p.298-302,1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Trace elements in human nutrition and health**, Geneva, 1996.

_____. **The World Health Report, 2002: reducing risks, promoting healthy life**. NLM Classification: WA 540.1. Geneva.

YEH, C.T.; YEN G.C. Induction of apoptosis by the anthocyanidins through regulation of Bcl-2 gene and activation of c-jun n-terminal kinase cascade in hepatoma cells. **J Agric Food Chem**, v.53, p.1740–1749, 2005.

YODIM ET AL, INCORP. Of Elderberry Anthocyanins by Endothelial Cells Increases Protection Against Oxidative Stress, **Free Radical Biology & Medicine**, 2000.

YODIM KA; MCDONALD, J; KALT, J & JOSEPH, JA. Potential role dietary flavonoids in reducing microvascular endothelium vulnerability to oxidative and inflammatory insults. **J**

Nutr Biochem 13: 282-288, 2002.

YOUNG, I. S. & WOODSIDE, J. V., Antioxidant in health and disease, **J. Clin. Path.**,4:176-180, 2001.

ZANOELLO, A. M., *Syzygium cumini* no diabetes mellitus iatrogênico em ratos: **tratamento e Prevenção**, Dissertações - Área - Clínica Médica 2001.

ZANOELLO AM, MAZZANTI CM, GINDRI JK, FILAPPI A, PRESTES D, CECIM M 2002. Efeito protetor do *Syzygium cumini* contra Diabetes Mellitus induzido por aloxano em ratos. **Acta Farm Bonaerense 21:** 31-36.

Notas

⁰¹ Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/nutridata>

⁰² Disponível em: <http://www.geocities.com>

⁰³ Disponível em: <http://www.vivernatural.com.br>

⁰⁴ Disponível em: <http://www.wikipedia.com.br>

⁰⁵ Disponível em: <http://www.qmc.ufsc.br>